

YAKO, MODELO ELECTRÓNICO SISTEMATIZADO COMO APOYO EN EL
APRENDIZAJE DE LA ANATOMÍA DEL PERRO EN SUS SISTEMAS DIGESTIVO Y
RESPIRATORIO

ALIRIO ANDRÉS RICO VALDERRAMA

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES

FACULTAD DE INGENIERÍAS

PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS

BOGOTÁ D.C

2019

YAKO, MODELO ELECTRÓNICO SISTEMATIZADO COMO APOYO EN EL
APRENDIZAJE DE LA ANATOMÍA DEL PERRO EN SUS SISTEMAS DIGESTIVO Y
RESPIRATORIO

ALIRIO ANDRÉS RICO VALDERRAMA

TRABAJO DE GRADO PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO DE SISTEMAS

DIRECTORA DEL PROYECTO

ING. LUCY NOHEMY MEDINA VELANDIA

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES

FACULTAD DE INGENIERÍAS

PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS

BOGOTÁ D.C

2019

Tabla de contenido

2. Resumen.....	6
2.1. <i>Abstract</i>	7
3. Introducción.....	8
4. Definición del problema	9
5. Objetivos	10
5.1. <i>Objetivo general</i>	10
5.2. <i>Objetivos específicos</i>	10
6. Justificación	11
7. Marco Referencial	12
7.1. <i>Antecedentes</i>	12
7.1.2. Maqueta con Movimiento de pulmones	12
7.1.3 Modelo Sistema Respiratorio.....	14
7.1.4 Sistema digestivo para estudiantes	14
7.1.5. 3B Scientific.....	15
7.2 <i>Marco teórico</i>	16
7.2.1. <i>Teoría de Conductista</i>	16
7.2.2. Teoría Cognitivista	17
7.2.3. Aprendizaje por descubrimiento	17
7.2.4 Aprendizaje como actividad.....	18
7.2.5. Teoría Constructivista	18
7.2.6 Teoría sociocultural.....	19
7.2.7. Aprendizaje significativo	19
7.2.8. Aprendizaje interactivo	20
7.2.9 Anatomía del Perro	21
7.2.10 Software y hardware.....	32
7.2.11. Metodología de desarrollo	38
8. Diseño metodológico.....	40
8.1. <i>Tipo de investigación</i>	40
8.2. <i>Fases del proyecto</i>	40
8.3. <i>Instrumentos para recolectar información</i>	43
9. Alcances y limitaciones de la investigación.....	44
9.1 <i>Alcances del proyecto</i>	44
9.2. <i>Limitación del proyecto</i>	45

10. Desarrollo del proyecto	46
<i>10.1. Desarrollo prototipo inicial</i>	<i>46</i>
10.1.1. Parte física del modelo.....	46
10.1.2. Parte funcional del modelo.....	51
10.1.3. Actores del sistema.....	51
10.1.1. Requerimientos funcionales	52
10.1.2. Requerimientos no funcionales	55
10.1.3. Casos de uso.....	56
10.1.4. Diagrama de bases de datos	58
10.1.5. Diagrama de componentes.....	58
10.1.6. Diagrama de despliegue.....	59
10.1.7. Construcción rápida del requerimiento R1 y R2	59
<i>10.2. Evaluación y modificación del prototipo inicial.....</i>	<i>64</i>
10.2.1. Retroalimentación parte física del modelo.....	64
10.2.2. Construcción parte física del modelo después de evaluación	65
<i>10.4. Programación y evaluación.....</i>	<i>69</i>
Arduino	69
Programación en Android Studio con Java	73
Programación en NetBeans con Java	78
<i>10.5. Pruebas de software</i>	<i>84</i>
10.5.1. Objetivo.....	84
10.5.2. Descripción del sistema	84
10.5.3. Módulos del sistema a probar	85
10.5.4. Formularios del aplicativo a probar	86
10.5.5. Metodología para la aplicación de las pruebas	86
10.5.6. Criterios de pruebas.....	86
10.5.7. Diseño de las pruebas	87
<i>10.6. Documentación</i>	<i>100</i>
10.6.1. Manual de usuario	100
11. Análisis de resultados.....	100
<i>11.1. Registro de la observación</i>	<i>102</i>
11.1.1. Descripción observación directa	102
11.1.2 Bloque interpretativo.....	105
11.1.3. Bloque temático.....	106
<i>11.2.1 Encuesta.....</i>	<i>107</i>
12. Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros.....	109
<i>12.1. Conclusiones.....</i>	<i>109</i>
<i>12.2. Recomendaciones</i>	<i>110</i>
<i>12.3. Trabajos futuros.....</i>	<i>110</i>

13. Bibliografía.....	112
14. Anexos.....	115
<i>Anexo 1: Funcionamiento de la voz que describe los órganos.....</i>	<i>115</i>
<i>Anexo 2: Preguntas y respuestas modo evaluación.....</i>	<i>124</i>
<i>Anexo 3. Manual de usuario</i>	<i>126</i>
<i>Anexo 4. Manual del programador.....</i>	<i>126</i>
<i>Anexo 5: Guía de conexiones de Arduino.....</i>	<i>127</i>

2. Resumen

En los últimos años, la tecnología se ha adentrado en diferentes campos de la vida del ser humano, convirtiéndose en algo común y sorprendente a medida que las innovaciones van apareciendo. Asimismo, muchas de las actividades habituales de la gente han sido transformadas gracias a la tecnología, como el trabajo, las relaciones personales, las investigaciones y aún más destacable la educación primaria, ya que a esta se le introduce un dinamismo y renovación en su metodología, convirtiéndose no solo en una ayuda para el profesor o tutor sino también en una fuente estimulable del alumno hacia al aprendizaje. No obstante, se tiende a pensar que las herramientas tecnológicas para apoyo en el aula de clase se basan solo en tabletas y computadores, incluyendo que estas no son usadas en todas las áreas o materias del estudiante, lo que ocasiona que se sigan usando los métodos tradicionales del aprendizaje que no están acorde con la era actual.

Teniendo en cuenta el impacto de la tecnología y partiendo de la importancia de que la educación en los niños se dé en procesos dinámicos e interactivos para un aprendizaje significativo, es decir, que aquellos conocimientos antes aprendidos se puedan relacionar con los nuevos temas a través de la participación activa de los mismos, se desarrolla la herramienta Yako, un modelo electrónico sistematizado de apoyo que permite aprender acerca de la anatomía del perro en sus sistemas digestivo y respiratorio.

2.1. Abstract

In last years technology has influence in different fields of the human life, becoming common and surprising when innovations appear. Also many of the usual activities of the people have been transformed thanks to technology, such at work, personal relationships, research and even more in primary education, due to a dynamism and renewal contributed for its methodology, since is not only an aid for the teacher or tutor but also it is a stimulant source for learning students. However, many people think that technological tools in the class room are based on tablets and computer, including that these are not frequent used in all subjects of the students, which causes to work with traditional methods by teachers, which is not in accordance with present era.

On account of the technology impact and the importance of the children education be dynamic and interactive for a meaningful learning, that is, previously knowledge can be related with the new topics through the active participation of them, the **Yako** tool is developed as a systematized electronic support model that allows to learn about the anatomy of the dog in its digestive and respiratory systems.

3. Introducción

El humano como ser pensante, siempre ha tenido la intuición de indagar y de preguntarse el porqué de las cosas que le rodean, conduciéndolo a investigaciones, pruebas y análisis, con el fin de descubrir algo, y que sin saberlo estos descubrimientos se convierten en información importante, que puede ser utilizada en otras investigaciones, por lo que a partir de aquí es posible transmitir el conocimiento encontrado a los demás seres, no sin antes entender que no todas las personas aprenden de la misma manera para poder afirmar el conocimiento de forma clara, pues unos individuos a partir de un nuevo concepto, pensando por sí mismos y haciéndose preguntas relacionando lo que ya aprendió con lo nuevo, puede entender aquella nueva estructura de información; por otro lado otras personas aprenden de manera significativa por medio de simbologías, otros a través de conceptos o por preposiciones, temas que se trataran en este proyecto.

El tipo de aprendizaje que utilizan los niños, es llevado por una metodología que combina los conceptos con la práctica. Esto es posible para que ellos puedan adquirir nuevas habilidades cognoscitivas, pero lo que más se acerca a la motivación para aprender en un niño, es el aprendizaje interactivo que mezcla el uso de recursos, objetos y la participación activa, llevando a que haya un aprendizaje significativo.

Por lo anterior, en este proyecto se propone la construcción de un modelo sistematizado del perro, que permite ser una herramienta para el aprendizaje de la anatomía que hace referencia al sistema digestivo y el aparato respiratorio, de tal manera que el estudiante pueda interactuar con el mismo, por medio de sistemas touch y circuitos programados.

4. Definición del problema

El estudio de la anatomía no ha pasado por desapercibido en ningún momento en las escuelas primaria en donde los niños aprenden sobre el cuerpo humano y el cuerpo del animal, como en lo descriptivo, topográfico y funcional, para lo cual se han utilizado diferentes formas en las que la información puede ser asimilada por el niño, principalmente, aquellas definiciones dadas por el maestro en la clase, pero que si éstas se acompañan por ayudas didácticas o materiales de apoyo, que faciliten y conduzcan el aprendizaje, así como para que ayuden a presentar y desarrollar un tema especial con el objeto de que estudiante logre un aprendizaje significativo, y le aporte a los canales sensoriales, sobre todo el visual, pues ellos pueden observar lo que se les está enseñando, y de esta manera organizan los conceptos aprendidos asociándolos con las imágenes.

Sin embargo estas metodologías clásicas de aprendizaje por memorización y didácticas (como las láminas y fotos) se quedan cortas en la actual era digital, donde los niños ya están inmersos y rodeados por ella, lo que hace necesario que la enseñanza y aprendizaje trascienda a otro nivel en su metodología acorde a la tecnología, en donde el estudiante tenga la oportunidad de interactuar de forma dinámica y afianzar el conocimiento en la materia de anatomía, que en este caso es la animal, específicamente del perro.

5. Pregunta investigativa

¿Cómo la implementación de un modelo interactivo construido por medio de circuitos programados, puede servir como herramienta de aprendizaje de la anatomía del perro en su sistema digestivo y respiratorio para los niños y niñas?

5. Objetivos

5.1. Objetivo general

Construir una herramienta de apoyo para el aprendizaje de la anatomía del perro en sus sistemas digestivo y respiratorio, a través de la programación de circuitos electrónicos en un modelo para los niños y niñas.

5.2. Objetivos específicos

- Analizar las formas más recurrentes en la enseñanza de la anatomía humana y de animales en las escuelas.
- Plantear la forma como será la interacción del alumno con el circuito y la respuesta que generará el sistema.
- Explorar la tecnología de los circuitos y microcomputadoras como Arduino y Raspberry pi.
- Desarrollar los algoritmos necesarios que estarán inmersos en el modelo electrónico.
- Implementar los algoritmos de programación en el hardware y realizar las pruebas.

6. Justificación

La educación es un proceso por el que todos los seres pasan desde muy niños y aún hoy en día el adulto sigue en esa transmisión de conocimientos que conlleva a desarrollar la capacidad intelectual y que adquiera una determinada formación en un área específica, pero en aquel proceso de formación hay que tener en cuenta que no todos los seres aprenden de la misma manera, pues hay diferentes métodos de enseñanza y en cada método está la esencia para que el conocimiento llegue y perdure.

En los niños de 7 a 10 años por ejemplo, la metodología de enseñanza se dirige hacia los juegos lúdicos, a pintar, cantar, identificar colores y formas siendo un aprendizaje recreativo y motivante.

Con el avance tecnológico se pueden desarrollar nuevos objetos y artefactos que sirven como herramienta para la enseñanza en un aula de clase, y si se observa que en el área de la anatomía muchos de estos objetos se limitan a imágenes, dibujos y software pero no existe un objeto de tal manera que los niños puedan interactuar con él promoviendo la participación, partiendo del modelo significativo para la enseñanza, en que esos nuevos conocimientos orientados por el maestro puedan trascender al alumno por medio del aprendizaje interactivo basado en una herramienta tecnológica, teniendo en cuenta que el interés de un niño por algo se despierta desde lo que lo motiva, es decir que el modelo a construir provee una forma de aprendizaje interactivo para el desarrollo de conocimiento.

Por tal razón se plantea en este proyecto crear un modelo que sirva como una herramienta de apoyo para el aprendizaje de la anatomía del perro, delimitada en el sistema digestivo y el sistema respiratorio; esto, por medio de nuevas tecnologías como circuitos electrónicos y dispositivos touch programados, con el objetivo de que los niños puedan afirmar los conocimientos de manera lúdica, divertida e innovadora.

Este proyecto es factible, pues no abarca tener extensos conocimientos en el desarrollo del modelo y su funcionalidad para la enseñanza, los recursos tienen un fácil alcance, por lo que los resultados se verán en corto tiempo.

7. Marco Referencial

7.1. Antecedentes

A continuación se presentan algunos modelos para la enseñanza de la anatomía en donde se describen los materiales y su funcionamiento. Cabe destacar que se encontraron solo modelos de la anatomía humana, en los cuales la mayoría de ellos se hace de manera artística y manual.

7.1.2. Maqueta con Movimiento de pulmones

Descripción: En este video se muestra una persona que enseña a hacer un sistema digestivo con materiales reciclables como bombas, botellas plásticas y una muñeca de juguete. Con estos materiales se simuló el funcionamiento de los pulmones y el latido de corazón.



Imagen 1. Captura de pantalla del video (OZ, 2017)

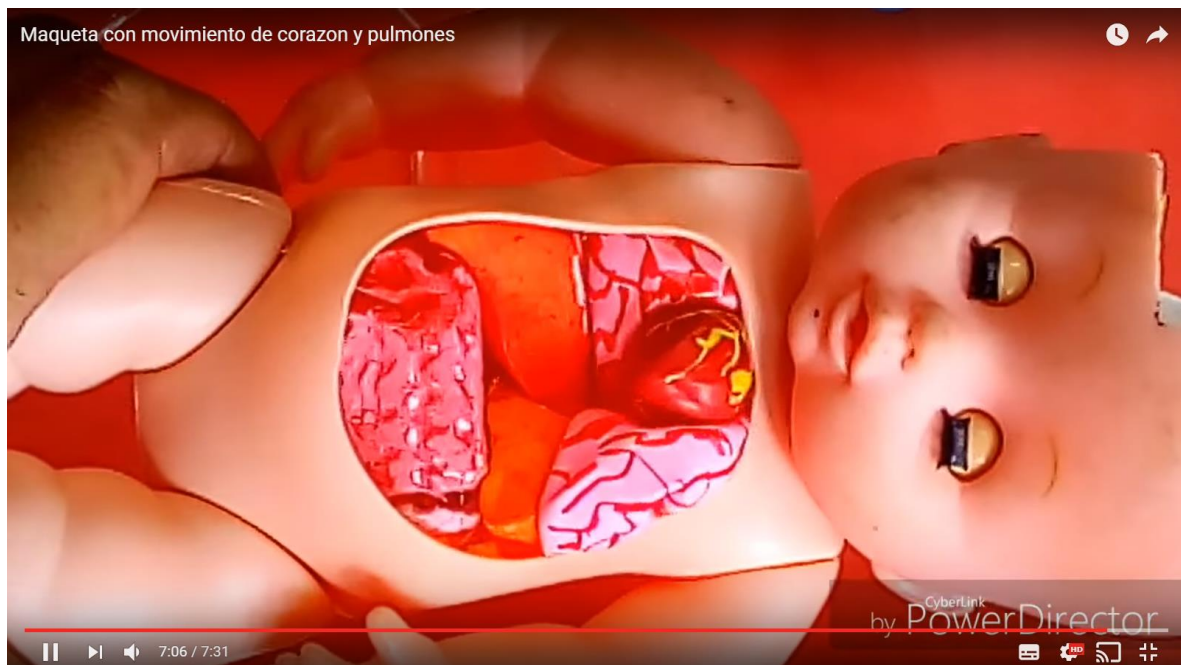


Imagen 2. Captura de pantalla del video (OZ, 2017)

7.1.3 Modelo Sistema Respiratorio

Descripción: En este modelo se simula el funcionamiento de los pulmones con materiales reciclables y una bomba para ingreso de aire, que al ser accionado infla el pulmón y las costillas se mueven.

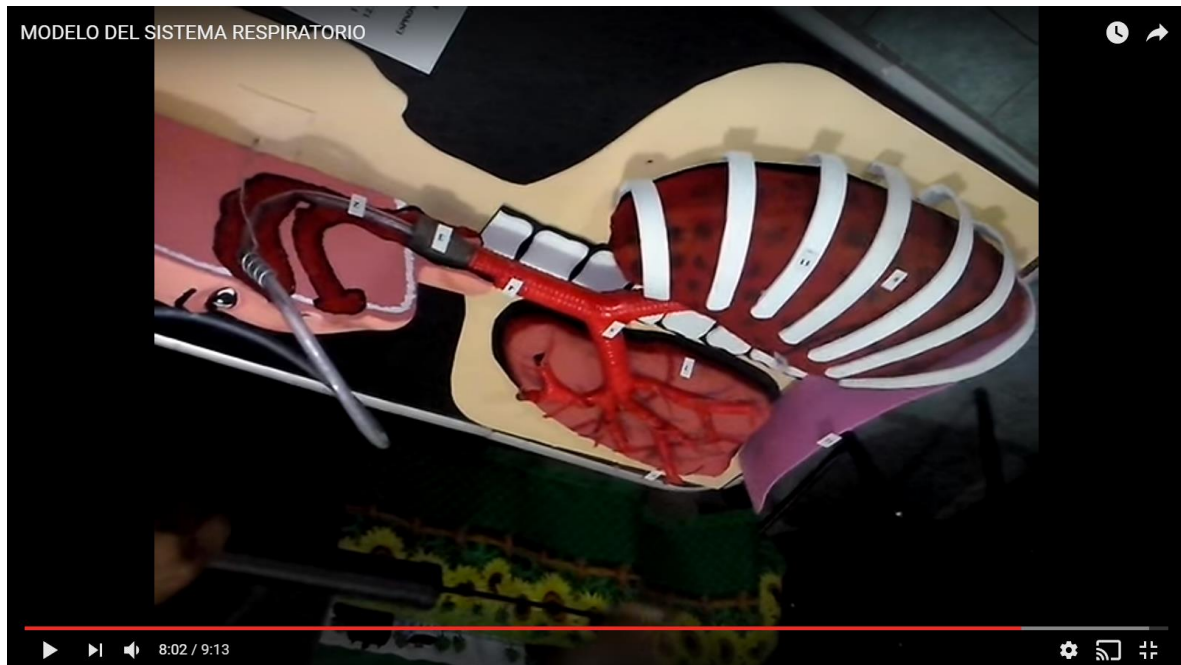


Imagen 3. Captura de pantalla del video (Antawara, 2015)

7.1.4 Sistema digestivo para estudiantes

Son modelos son más sofisticados que los anteriores, ya que tienden a ser realistas, están contruidos en piezas de plástico que se puede desarmar, y además algunos pueden abrirse por la mitad para ver la textura interna. Estos son mayormente usados para estudiantes de medicina.



Imagen 4. Captura de pantalla del video (Gonzalez, 2014)

7.1.5. 3B Scientific

Es una empresa que hace simuladores que recrean escenarios reales en la medicina. Recursos destinados para un profesor en el aula para facilitar su enseñanza. Estas son solamente piezas construidas en pasta que pueden ser desarmables como se aprecia en la imagen.

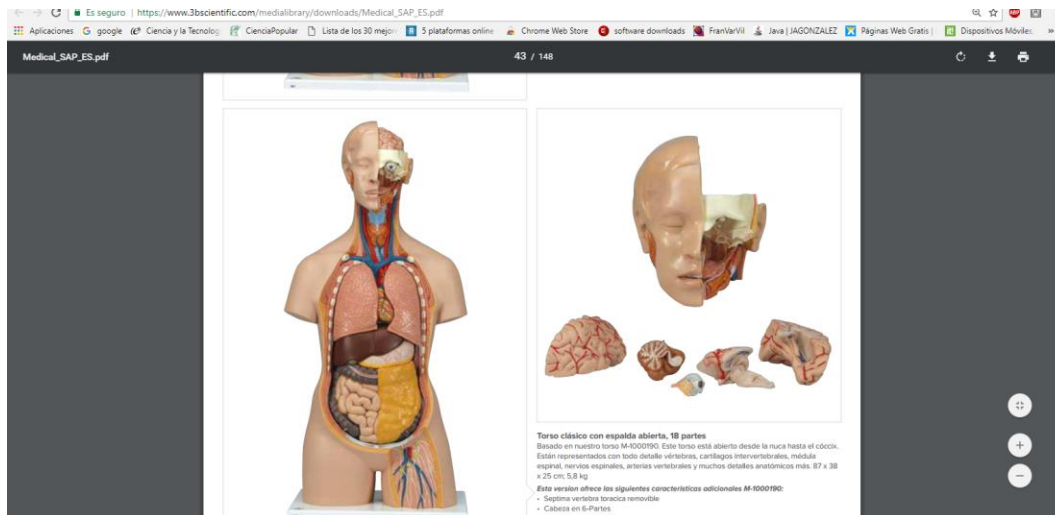


Imagen 5. Captura de pantalla del catálogo de productos (**Scientific, s.f.**)

7.2 Marco teórico

Teoría de enseñanza y aprendizaje

7.2.1. Teoría de Conductista

(Santana, 2004) Trata sobre el aprendizaje basado en asociacionismo, hace uso del método científico y considera que es importante el aprendizaje por observación. Su fundamento es en consideración que un estímulo le sigue una respuesta que conlleva a la interacción entre quien recibe el estímulo y el medio.

Esta teoría considera al estudiante completamente dependiente del profesor quien da las indicaciones y tareas que se deben hacer, es decir, de los estímulos de su exterior.

Características:

- Los estudiantes son vistos como si no supieran nada aún en temas vistos anteriormente y que reciben información del maestro
- El estudiante obedece a órdenes
- El estudiante necesita aprobación constante

- Realiza tareas en ámbitos en el que el comportamiento pueda ser observado, medido y evaluado directamente.

7.2.2. Teoría Cognitivista

Esta teoría desarrollada por el psicólogo Jean Piaget que considera el conocimiento como representaciones simbólicas en la mente de las personas, se enfoca en saber de qué manera los humanos ilustran el mundo en el que se desenvuelven y cómo toda esa información se percibe, en el cual la acción de una persona está determinada por sus representaciones y algoritmos que hace en su interior para que después se ejecute, es decir, que organiza la información en estructuras conceptuales, metodológicas y actitudinales para tomar sus decisiones.

7.2.3. Aprendizaje por descubrimiento

Jerome Bruner dice que el individuo aprenda por sí mismo mediante un descubrimiento guiado dado por una curiosidad, en el cual el maestro no tiene que abarcar los temas de principio a fin sino que debe facilitar al estudiante materiales claros para despertar una motivación mediante observación, comparación, análisis de semejanzas y diferencias, de modo que los alumnos aprendan cómo funcionan las cosas de una manera activa y constructiva. (Viu, 2015)

Ventajas

- Supera limitaciones presentadas en el aprendizaje tradicional
- Anima al estudiante a pensar por sí mismo, de hacer preguntas y confirmarlas por su acción
- Aprende cómo aprender

- Estimula la autoestima y la seguridad

7.2.4 Aprendizaje como actividad

En este tipo de aprendizaje el individuo aprende espontáneamente y su pensamiento está constituido por un juego de operaciones interconectadas y no por recopilación de contenidos, por lo que el maestro debe trabajar en pos de estas operaciones. Principalmente los niños aprenden de mejor forma a través de la experiencia propia sin necesidad de una motivación, por lo que genera un cambio de comportamiento en el presente y futuro. (Santana, 2004)

7.2.5. Teoría Constructivista

Según explicación (Massimino, 2010) esta teoría sostiene que el conocimiento no se descubre por parte del alumno sino que se construye, que todo depende de la forma de ser de él, de cómo piensa e interpreta esa información que recibe, quiere decir que es un proceso de construcción interno en donde el individuo participa y va adquiriendo estructuras más complejas.

Se recomienda que en la aplicación de la teoría constructivista se aplique más desde lo experiencial dando mayor actividad al alumno y no tantos mensajes verbales del maestro. Por otro lado hay que tener en cuenta que cada persona aprende de una manera diferente por lo que hay que recurrir a estrategias metodológicas adecuadas para que el alumno tenga confianza y valore sus propias habilidades para resolver problemas, para comunicarse y para aprender a aprender.

7.2.6 Teoría sociocultural

La teoría sociocultural de Vygotsky habla de la participación proactiva de los estudiantes con el ambiente que los rodea para adquirir el conocimiento de manera colaborativa, en el cual adquieren nuevas y mejores habilidades cognoscitivas como proceso lógico en la interacción con la sociedad.

Vygotsky afirmaba que cada cultura provee herramientas de adaptación intelectual que permiten al niño utilizar sus habilidades mentales básicas para adaptarse a la cultura que los rodea. Por ejemplo, en el aprendizaje una cultura puede usar y aplicar estrategias de memoria como tomar notas y otra puede usar herramientas de recordación y memorización. (Vergara, 2017)

7.2.7. Aprendizaje significativo

Según su autor Ausubel, se da cuando el alumno relaciona los conocimientos antes adquiridos con los nuevos permitiendo una evolución de esta información y la estructura cognoscitiva para aprender significativamente, este tipo de aprendizaje combina aspectos cognoscitivos y afectivos personalizando así el aprendizaje.

Este aprendizaje está muy ligado con la teoría de la asimilación que ocurre cuando nueva información es añadida a una estructura de conocimiento más general dando una continuidad entre ella y sirviendo como crecimiento de la otra.

Se consideran 3 tipos de aprendizaje significativo

- Aprendizaje de representaciones: El alumno da significado a símbolos de la realidad a que hacen referencia.
- Aprendizaje de conceptos: Se diferencia del anterior concepto en que en vez de asociar un símbolo u objeto se relaciona una idea que puede tener un concepto muy personal por experiencias propias.

7.2.8. Aprendizaje interactivo

El aprendizaje interactivo es una estrategia de enseñanza que se centra en que se implementen recursos o actividades que permitan la participación activa del estudiante promoviendo una reflexión y desarrollo de conocimiento.

El aprendizaje activo tiene como característica ser motivador y retador, buscando que se profundicen conocimiento y síntesis de la información para promover una adaptación a la solución de problemas. (Santiago, 2016)

¿Cómo participan los alumnos?

- Pasan de solo escuchar a involucrarse activamente en actividades de aprendizaje como lecturas, discusiones, reflexiones.
- Se adentran en el pensamiento de orden superior como análisis, síntesis y evaluación.
- Se retroalimenta al instante por parte del profesor y compañeros.

¿Cómo participan los profesores?

- Actividades de acuerdo a su área de enseñanza
- Adaptan actividades a la necesidad del grupo
- Retroalimentación del desempeño de los alumnos.

7.2.9 Anatomía del Perro

El perro doméstico es conocido por su nombre científico como *canis lupus familiaris*, este es un animal mamífero y carnívoro de la familia de los cánidos. Sus características físicas dependen en gran manera por la raza, pues cambian según piel y tamaño. En cuanto a sus sentidos el perro tiene un oído y olfato altamente desarrollado aunque se destaca que su mayor sentido sensorial es el olfato. Su cola les ayuda a mostrar el estado de ánimo.

A pesar de la gran cantidad de razas de perros todos tienen la misma distribución anatómica, aunque algunos sean más pequeños que otros. A continuación se muestra todas las partes internas del perro: (Visual, et at)

Anatomía interna de un perro: mamífero carnívoro, doméstico y domado para hacer tareas diferentes cerca de los seres humanos.

Encéfalo: Donde está el cerebro

Médula espinal: Conecta todos los nervios del cuerpo

Estómago: Situado entre el esófago e intestino.

Bazo: órgano hematopoiético que hace linfocitos.

Riñón: Realiza la purificación de la sangre

Recto: última parte del intestino grueso.

Vejiga: Donde se deposita la orina antes de ser expulsada.

Testículo: Donde se crean los espermatozoides.

Intestino: Conducen el alimentos y absorben los nutrientes

Hígado: Almacena nutrientes

Corazón: Se encarga de bombear la sangre por todo el cuerpo

Pulmón: órgano respiratorio.

Tráquea: Por el cual el aire llega a los pulmones

Esófago: primera parte del sistema digestivo

Laringe: parte de la garganta donde están las cuerdas vocales.

Las siguientes imágenes 6, 7 y 8 ilustran la ubicación de los órganos internos en el cuerpo del perro con sus nombres:

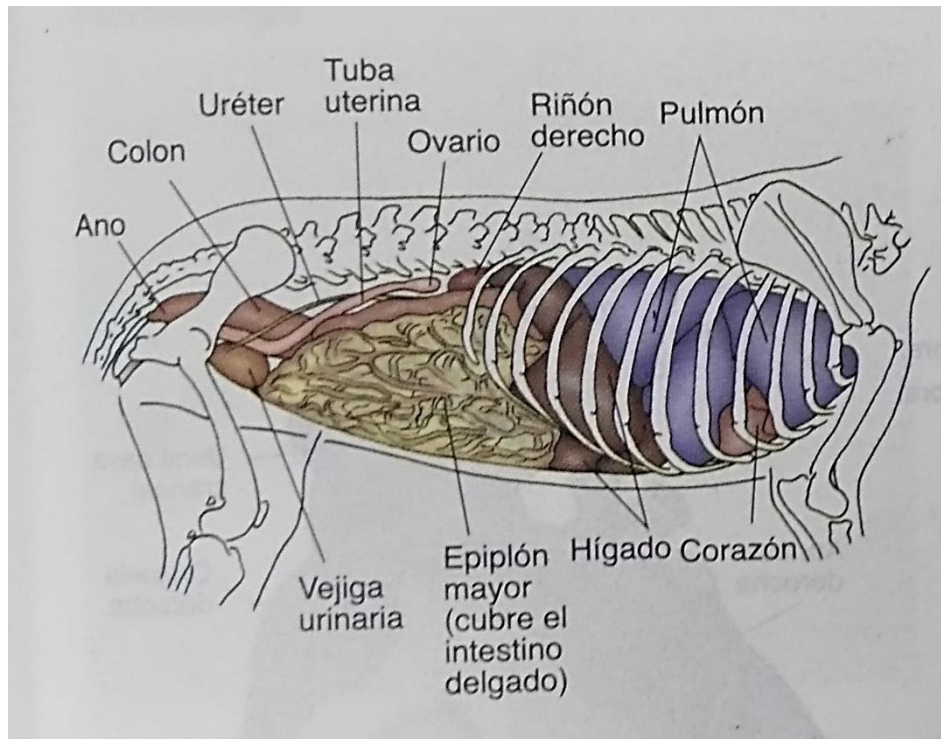


Imagen 6. Vista lateral izquierda (Jack, Waston, & Donovan, 2004, pág. L1)

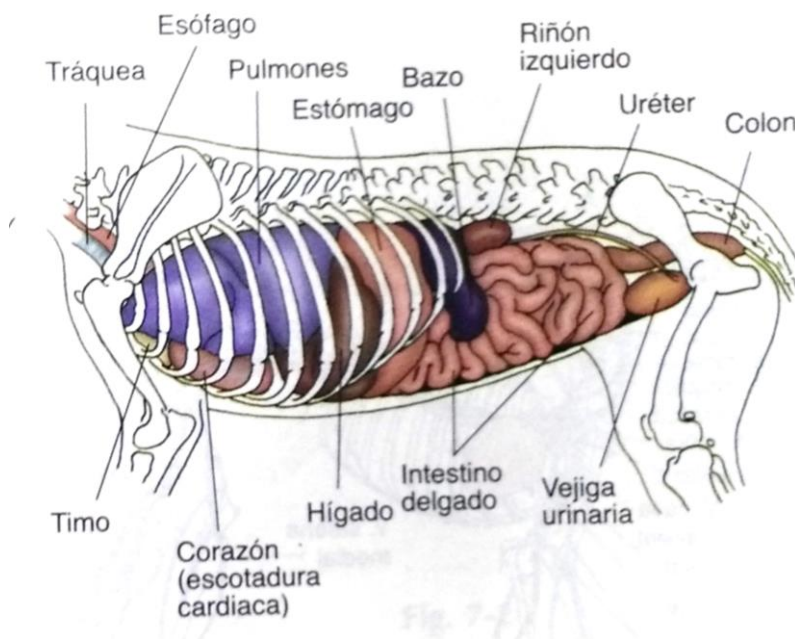


Imagen 7. Vista lateral derecha (Jack, Waston, & Donovan, 2004, pág. L1)

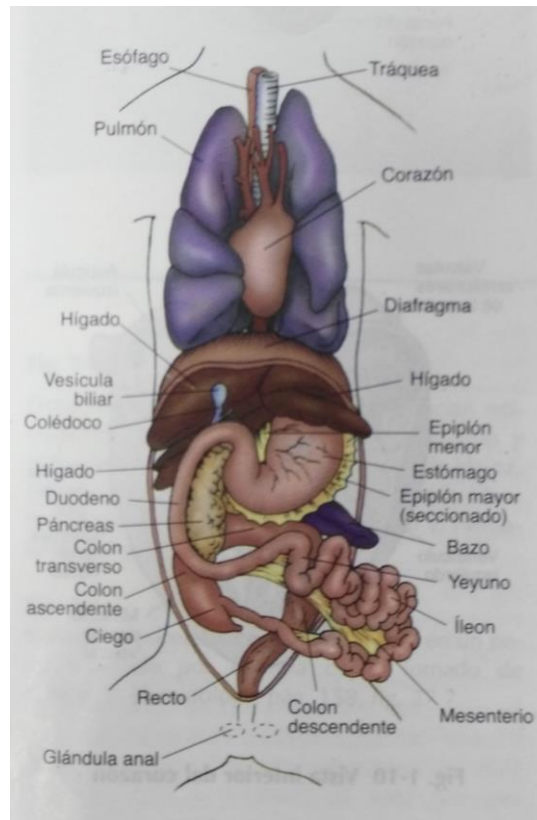


Imagen 8. Vista Ventral (Jack, Waston, & Donovan, 2004, pág. L1)

7.2.9.1 El sistema digestivo

El aparato digestivo comprende desde la boca hasta el ano, cumple funciones tales como ingerir, triturar, digerir y absorber los alimentos que son convertidos a una manera sencilla para su procesamiento y utilizarlos como energía para el metabolismo del cuerpo además que elimina los desechos. A continuación se definen algunos órganos del sistema digestivo:

- **Boca:** Esta cuenta con diferentes músculos y es un mecanismo utilizado para triturar los alimentos junto con la saliva para formación del bolo.
- **Faringe:** Por este conducto pasan los alimentos y el aire que va a los pulmones, su textura esta conformada por mucosa y diversos músculos. En cuanto a los alimentos que vienen de la boca después de pasar la faringe se desvían hacia el esófago por medio de contracciones de músculos faríngeos. (Frandsen & Spurgeon, 1995, pág. 298).

Esófago: Es en forma de tubo compuesto por musculatura de textura lisa que comunica la faringe con el estómago. Pasa por toda la cavidad torácica junto con la tráquea que después se aparta hacia la parte abdominal llegando a la conexión con el estómago. Por el esófago desciende la comida ya triturada conocida también como bolo alimenticio. (Expósito, 2015)

Estómago: Está ubicado en el lado izquierdo del diafragma, caracterizado por ser largo y ancho, rodeado de varias capas de contextura lisa. Se comunica con el intestino delgado por un lado, y por el otro con el esófago por medio de una válvula conocida como cardias. Las glándulas internas del estómago forman una especie de mucosa que generan a la vez el líquido gástrico que está compuesto por:

- **Ácido clorhídrico (HCl):** Con un PH 2-3 que evita que microorganismos patógenos se alojen y causen problemas.
- **Gastrina:** Estimula la liberación de jugo gástrico en el estómago.
- **Pepsina:** La pepsina inicia la digestión de las proteínas y las convierte en péptidos. Cuando el PH es de 2.0 su función es óptima. Su función disminuye cuando los alimentos llegan al intestino delgado.
- **Lipsida gástrica:** Su trabajo es descomponer los ácidos grasos de cadena larga.

El trabajo de estas sustancias son acompañadas por movimientos peristálticos del estómago que da como resultado una transformación del bolo alimenticio en quimo que pasa a través del esfínter pilórico, este último es el que regula el vaciado de los alimentos. Estas pasan cuando suelen medir menos de 2 mm, pero cuando son más grandes estas no salen del estómago hasta que finaliza su periodo de digestión.

Intestino delgado: El intestino delgado del perro presenta una longitud que oscila entre los 1,8 y los 4,8 m, se une con el estómago y con el intestino grueso, compuesto por capas mucosas, submucosas y musculares, que esta sostenido por una lámina de tejido seroso conocida como mesenterio, este se divide en 3 partes:

- **Duodeno:** En esta parte hacen función dos órganos importantes para la digestión como el páncreas y el hígado. Aquí se digieren la mayoría de las sustancias quedando listas para ser absorbidas en un líquido lechoso denominado “quilo”.
- **Yeyuno:** Compuesto por una mucosa intestinal que cuenta con muchos vellosidades para aumentar la absorción de los nutrientes digeridos en el estómago.
- **Íleon:** Es la parte final del intestino delgado que viene a comunicar con el intestino grueso.

Intestino grueso: Es la parte final del sistema digestivo, su función es producir las heces fecales. Consta de:

- **Ciego:** En los perros es corto, que contiene agregados linfoides con glóbulos blancos que actúan como defensa ante todo microorganismo que haya podido sobrevivir.
- **Colon:** Actúa también como un absolvedor pero en gran medida de agua, vitaminas y minerales, que es lo último importante que resulta de la digestión.
- **Recto:** Parte que comunica al exterior con el ano.

Ano: Conformado por dos músculos, el primero situado internamente es involuntario, y otro exterior que es voluntario. En los perros existen unos sacos perianales que derraman un químico sebáceo con un olor característico que tiene como función marcar territorio.

Glándulas digestivas anejas

Hígado: Se sitúa en la parte derecha del abdomen detrás del diafragma, es la glándula más grande del cuerpo y tiene gran importancia en el proceso metabólico del cuerpo en hidratos de carbono, las proteínas y las grasas, además se encarga de eliminar sustancias perjudiciales para el cuerpo. En la posición caudal está la vesícula biliar que almacena ácidos que trabajan en la digestión que comunica con el intestino delgado en el duodeno.

La bilis está formada por agua, pigmento y sales biliares que se encargan de disolver las grasas para que su procesamiento sea más sencillo.

La bilirrubina es otro pigmento biliar de color anaranjado que viene de la destrucción de glóbulos rojos en otras partes del cuerpo, las cuales viajan a través de la sangre llegando al intestino colédoco, en donde las bacterias situadas en el colon la transforman en

urobilinógeno que es conocido por ser de color marrón y que es característico de las heces fecales.

Funciones del hígado:

- Detoxificador: actúa como un filtrador de sangre y transforma los elementos tóxicos.
- Almacena grasas, azúcares y proteínas.
- Elimina productos deteriorados de los glóbulos rojos y los transforma en diferentes sustancias como bilirrubina.
- Crea células sanguíneas en el desarrollo embrionario.

Páncreas: Evacúa enzimas fundamentales para la digestión de los hidratos de carbono, las proteínas y los lípidos. Se divide en páncreas exocrino y páncreas endocrino. Su conducto excretor desemboca al duodeno.

Gracias a la secreción de enzimas digestivos, permite la digestión de los alimentos y aprovecha los nutrientes.

Las enzimas son:

- Proteasas: Tripsina, digiere proteínas.
- Lipasa: Digestión de grasas y lípidos
- Amilasa: Digiere los azúcares (almidón)

7.2.9.2 Fisiología de la digestión

Los órganos prensiles usados por el perro para llevar los alimentos son los dientes, los labios y la lengua, y a esta acción se conoce como prensión, donde inmediatamente se produce la masticación

- **Deglución:** Esta acción contiene 3 fases, la primera de ellas es un acto voluntario, seguido de haber masticado los alimentos, estos se juntan en la superficie dorsal de la lengua el cual al levantarse, se toca con el paladar duro que lo dirige hacia la faringe donde activan unos músculos que hacen presión. En la segunda fase por efecto de reflejo le cierra la laringe cortando la respiración mientras pasan los alimentos hacia la parte principal del esófago. En la tercera fase, las paredes musculares del esófago realizan una acción de contracción y distensión para que avancen hacia el estómago.
- **Movimientos Gástricos:** Para que los alimentos ingresen al estómago se necesita que el cardias este abierto. Una vez adentro, el estómago hace movimientos más fuertes en la región conocida como antro pilórico donde se mezclan los bolos para después ser expulsados hacia el duodeno por el esfínter pilórico, pero esto lo hace de manera gradual y no toda la cantidad del alimento consumido, por lo que el estómago sigue moviéndose mezclando las sustancias. Algunos aspectos que controlan la cantidad de flujo hacia el duodeno son el volumen del bolo, a mayor volumen más rápido es el paso; también se considera la fluidez de la mezcla que depende del masticado y de las enzimas y ácido estomacal del cuerpo. Un último aspecto es la composición química del alimento y las sustancias que están en el duodeno.

- En el **Intestino delgado**, los movimientos son análogos, estos ayudan a que lo ingerido sea expulsado y para que se mezclen con los jugos digestivos y puedan ser absorbidos por las vellosidades internas.
- El **Intestino grueso** a diferencia del anterior los movimientos son lentos pero ahí también sigue habiendo mezcla de alimentos y continua a expulsarlos.

Absorción de alimentos y enzimas de la digestión

- **Absorción:** Cuando el alimento llega al estómago, solo una poca cantidad de proteínas e hidratos es absorbida así el estómago haya hecho la digestión. También se descomponen las grasas antes que el alimento pase al intestino, pero el proceso de absorción en el perro se da más que todo en el intestino delgado.
- **Aminoácidos y azúcares simples:** Estos nutrientes se filtran por los vasos de la vena porta, la cual transporta la sangre desde el tracto gastrointestinal y el bazo hacia el hígado, para que después se desplace a la vena hepáticas y a la vena caudal.

7.2.9.3 Sistema respiratorio

También es conocido como sistema pulmonar, esta es una necesidad que se hace demasiado importante, pues si lo comparamos de que un animal puede pasar varios días sin agua y sin comer pero en la respiración es diferente ya que a falta de ella su vida terminaría en minutos.

El aparato respiratorio tiene como función quitar el dióxido de carbono de la sangre como una tarea principal. Y ya como funciones secundarias, están: la regulación de la acidez de

los líquidos extracelulares del organismo, la regulación de la temperatura y la eliminación de agua.

Como lo muestra la imagen 9 y 10, sus componentes son básicamente los pulmones y los conductores que llevan el aire a ellos como lo son: la nariz, cavidad nasal, faringe, laringe y tráquea.

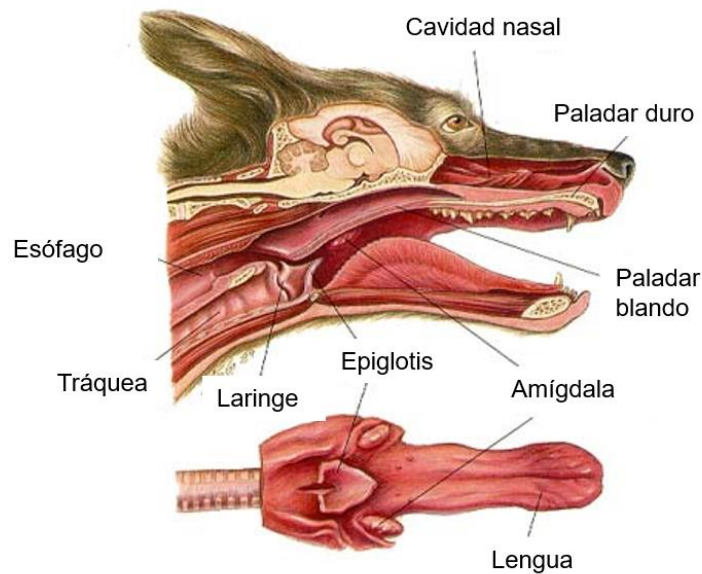


Imagen 9: Partes del sistema respiratorio. (University, s.f.)

Ventanas nasales de la nariz

Son los conductos externos del sistema respiratorio

- **Cavidad nasal:** Compuesta por el paladar duro y el paladar blando de forma separada, comunica con el rostro y con la faringe. Está compuesta por una textura de líneas en relieve.
- **Senos faciales:** Son cavidades llenas de aire en determinados lugares del cráneo en comunicación con la cavidad nasal; tiene como actividad principal el hacer más ligero el peso del cráneo.
- **Faringe:** Es un conducto de paso común para el aire y los alimentos. La componen dos ventanas nasales posteriores, dos trompas de Eustaquio desde el oído medio, boca, laringe y esófago.

- **Laringe:** Tiene como función regular la entrada y salida del aire y es esencial para producir la voz. Guía el aire hacia las vías respiratorias inferiores por el movimiento del cartílago aritenoides y el pliegue vocal. Actúa también como mecanismo de protección de cuerpos extraños durante la deglución.
- **Tráquea:** Está seguida de la laringe, que consiste en un tubo formado por varios anillos de tipo cartílago. Esta llega hasta la parte donde está el corazón y allí se divide en dos bronquios que va para cada pulmón. Estos bronquios al ingresar al pulmón se dividen en otros conductos de diámetro más pequeño llamados bronquiolos que se dividen también en intralobulares terminales y respiratorios. La arteria pulmonar lleva sangre a sus divisiones más finas dentro del pulmón como son los capilares donde se logra que la sangre circule muy cerca del aire inspirado de la toma de oxígeno de manera tal que lo intercambia por el dióxido de carbono. (Frandsen & Spurgeon, 1995, págs. 281-287)

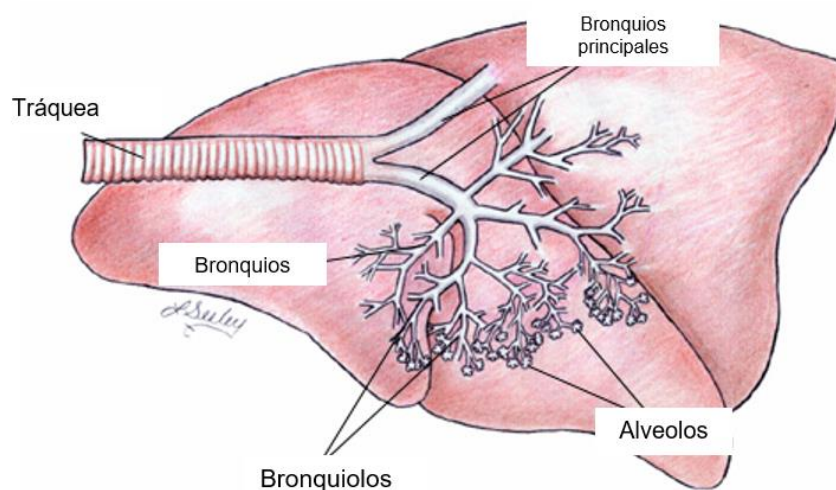


Imagen 10. Pulmones. (CriticalCareDVM, 2014)

- **Pulmones:** Son ligeros debido a su poco peso, estos se apoyan en el diafragma que al llenar de aire lo ocupan todo.

7.2.9.4 Fases de la respiración

- **Ventilación:** Es la entrada y salida de aire a los pulmones que permite el intercambio de oxígeno anhídrido carbónico de manera tal que los tejidos hacen la oxigenación adecuada en las fases de inhalación y exhalación.
- En la inhalación se contrae el diafragma para llenar de aire todo el tracto respiratorio; en la exhalación es un proceso pasivo.
- **Perfusión:** Se refiere al ingreso lento de la sangre por el ventrículo derecho.
- **Intercambio gaseoso:** Hace referencia a cuando los alveolos pulmonares y los capilares sanguíneos realizan una difusión, ósea por la diferencia entre los gases de los alveolos y la sangre capilar. (elmundodelperro, s.f.)

7.2.10 Software y hardware

El software se conoce como la parte blanda de un computador, es aquello que no podemos tocar pero que podemos ver por ejemplo, cuando abrimos un documento en Word; es decir que es toda la parte lógica del sistema, pero también hay algo que lo complementa y es el Hardware, que es la parte dura del computador, aquello que podemos palpar, aquello que podemos sentir, como lo es la placa madre, el disco duro, el procesador, en fin. Y cada uno de ellos se complementa el uno al otro, y nada es el software sin el hardware, y nada es el hardware sin el software.

7.2.10.1. Computadores de placa reducida

Estos son computadores en una sola placa muy pequeña a comparación de los computadores que conocemos normalmente, pues miden aproximadamente entre 9 cm de largo y 6cm de ancho. Se caracterizan por ser de bajo costo y potentes para poder soportar un sistema operativo, son muy utilizadas en el ámbito educativo e investigativo. A continuación se muestran algunas de ellas:

- **Raspberry Pi:** Esta placa tiene el tamaño de una tarjeta de crédito, es mayormente usada en el ámbito escolar, pue su propósito de creación fue el de enseñar a los niños a programar; cabe notar que estas computadores no cuentan con disco duro, por lo que se debe usar una memoria sd e insertarla en el módulo de la tarjeta, igualmente accesorios como mouse, teclado y caja para almacenarla se deben comprar por aparte.

Existen diferentes versiones de esta placa, por ejemplo la versión Pi 1 tiene 256 mb de RAM, 1 puerto USB; otras tiene 4 puertos USB, RAM de 1Gb, puerto Ethernet, y pines Gpio a los cuales se pueden conectar componentes electrónicos como leds, botones, sensores entre otros. En la página oficial se puede obtener más información acerca de esta increíble placa (RaspberryPi, 2019)

Para poder visualizar la interfaz las placas tienen un puerto HDMI que puede ser conectado a un televisor o pantalla.

- **Pcduino:** A comparación del anterior, estos son un poco más costosos como lo reconoce el autor (Prometec, 2014), aunque términos de capacidades tiene igual memoria RAM de 1Gb y con procesador dual Core M20. Cuentan con conectores SATA para discos duros y un receptor de infrarrojos. Se le pueden instalar sistemas operativos de Linux como Ubuntu al igual que permite correr Android.

Para programar los pines de entrada y salida I/O se hace mediante Arduino, pero tiene la capacidad de compilar las aplicaciones en un ejecutable en Ubuntu a diferencia de Arduino, lo que hace muchísimo más rápido.

- **Cubieboard:** Su tamaño es similar a Raspberry Pi, además de ser una alternativa a la anterior placa Raspberry según (Doutel, 2013), cuenta también con varias versiones, en la que una de ellas permite conectar un disco duro SATA de hasta 2 TB. Puede operar bajo los sistemas operativos Android, Ubuntu y otras distribuciones de linux.
- **Arduino:** Es una placa basa en un microcontrolador, esta cuenta con varios pines de entrada y salida digitales, de los cuales unos pueden ser usados como salidas por

modulación por ancho de pulsos. Estas aunque no se puede instalar un sistema operativo como las demás, pueden comunicarse mediante un serial con un computador a por USB, enviar datos de los sensores, dispositivos o componentes que allí se conecten. Permite también conectar sensores que emitan señales analógicas y son procesadas por la placa. Su lenguaje de programación es muy similar en su sintaxis a C/C++. También se pueden encontrar varias versiones de placas Arduino, todo varía en la cantidad de tipo de entradas y salidas, procesamiento y almacenamiento de los programas que se cargan allí. (FM, 2018)

En la *tabla 1* se aprecian las características físicas y soportadas en programación:

Placa	CPU	RAM	HDD	Hardware Libre	SO Soportado	Lenguajes de programación soportados
Raspberry Pi 3	ARMv8 64-bit quad-core a 1.2GHz	1GB de RAM LPDDR2	Se necesita SD Card	SI	Raspbian, Linux, Windows	Java, Python, C++
Pcduino	CPU: 1GHz ARM Cortex A8	DRAM: 1GB	2GB Flash y slot de memoria SD expandible hasta 32GB	SI	Ubuntu, Android	C++, python (Ubuntu) y Java (Android)
Cubieboard 2	ARM cortex-A8 a 1 Ghz	RAM 1GB DDR3 @480MHz	Memoria interna de 4GB Nand Flash	SI	Ubuntu, Android	C++, python (Ubuntu) y Java (Android)
Arduino Mega	ATmega2560	SRAM: 8KB	Memoria Flash: 256 KB	SI	Ninguno	Arduino (basado en C/C++)

Tabla 1. Comparación Computadores de Placa Reducida. (autor, 2019)

Con respecto a la tabla 1, se define que la placa más adecuada para el proyecto es Arduino Mega, pues se le puede adaptar varios componentes como el bluetooth, además esta tiene varios pines de entrada y salida por lo que no se vería tan limitado para el proyecto.

6.2.10.2. Bases de datos

Como en todo software es necesaria la persistencia, en el proyecto que se construirá es necesario utilizar un gestor de bases de datos, esto para guardar la información de los alumnos y los puntajes obtenidos en las evaluaciones.

Se considera que hay dos clases de sistemas de gestión de bases de datos, uno es llamado base de datos relacionales y otro no relacional. En las bases de datos relacionales se accede a los datos por medio de relaciones previamente establecidas organizados por tablas; en las bases de datos no relacionales los datos no requieren tablas, son ideales para manejar grandes volúmenes de datos con consultas más rápidas que las relacionales. La *tabla 2* describe las ventajas y desventajas que los dos tipos de bases de datos:

Relacional	No Relacional (NoSQL)
Ventajas: <ul style="list-style-type: none"> - Sus herramientas evitan la duplicidad de los datos - Garantiza integridad, es decir si se elimina un dato se eliminarán los datos dependientes - Favorable por la normalización Desventajas: <ul style="list-style-type: none"> - Son deficientes al manejar datos gráficos - Los textos no son manejables fácilmente como un tipo de dato - Dificultad para la escalabilidad 	Ventajas: <ul style="list-style-type: none"> - Manejan grandes cantidades de datos - No se presentan cuellos de botella - Escalamiento fácil por ser horizontal Desventajas: <ul style="list-style-type: none"> - Poca credibilidad para los negocios inteligentes - Poca compatibilidad por falta de APIs

Tabla 2. SQL y NoSQL - Ventajas y Desventajas (autor, 2019)

De acuerdo a la tabla anterior, se utilizarán bases de datos relacionales debido a que no genera duplicidad en los datos por la normalización que permite aplicar, además de que se manejarán un reducido volumen de información que no afectará el rendimiento de la misma.

A continuación en la tabla 3 se muestran algunos de los gestores de bases de datos que podrán ser usadas en el proyecto:

Gestor DB	SO Compatible	Licencia	Relacional
MySQL	GNU/Linux, Windows, AIX, entre otros	Libre	SI
PostgreSQL	Linux, Windows, Multiplataforma	Libre	SI
Oracle	Linux, Windows	Pago	SI
Mongo DB	Linux, Windows, Multiplataforma	Libre	NO
SQLite	Android, Linux, Windows	Libre	SI

Tabla 3. Comparación Gestores de Bases de Datos

Se concluye que para el caso de la aplicación Android, se utilizará el motor Sqlite, pues está diseñado para esta plataforma y no necesita de un servidor de aplicaciones.

Para la aplicación de escritorio se elige a MySql por ser liviano y sencillo para lo que se requiere.

6.2.10.3. Lenguajes de Programación

Para la construcción de los algoritmos que permitirán la interacción de los niños con el modelo de forma dinámica para el aprendizaje, se considera los siguientes lenguajes de programación:

Python: (ArcMap, s.f) Es un lenguaje de programación gratuito que puede ser usado para crear aplicaciones del lado del servidor, se destaca por ser multiplataforma y de código abierto, además de proveer una sintaxis de código legible.

Este es un lenguaje interpretado, es decir no se compila totalmente sino a medida que se necesita el intérprete hace la tarea y procedimientos programados. Soporta programación orientada a objetos, imperativa y funcional.

Una de sus características en la sintaxis a diferencia de otros lenguajes, es que usa palabras en vez de símbolos, por ejemplo en los lenguajes tradicionales se conoce la expresión and como && o solamente &, pero en Python para usar esta sentencia se utiliza la palabra AND, igual aplica para OR (||) y para negar NOT.

Java: W3school (w3school, s.f) es una página que permite aprender diferentes tecnologías, y entre los lenguajes de programación que se enseñan esta Java, que es conocido por ser el lenguaje más usado a nivel mundial, pues está presente en más de 7 mil millones de dispositivos en todo el mundo, como lavadoras, microondas y como no, los celulares.

Java es un lenguaje de propósito general orientado a objetos, multiplataforma, es decir una vez se compila puede ser usado en cualquier máquina sin generar inconvenientes. Principalmente se usa para aplicaciones cliente- servidor en la web.

La inspiración de su sintaxis se basa en C y C++, y usa un software conocido como Java Runtime Environment (Entorno en tiempo de ejecución) que ejecuta cualquier aplicación desarrollada en Java.

C++ y Arduino: Para programar las tarjetas de Arduino, se provee un lenguaje basado en C++ según su página oficial (Arduino, 2017), que es un lenguaje desarrollado en 1980, con el propósito de extender aquella versión tan conocida del lenguaje C, proveyendo mecanismos para manipular objetos. Es un lenguaje compilado, multiplataforma y uno de los más usados a nivel mundial.

Para Arduino, el lenguaje se divide en partes principales: Estructura, variables y constantes y funciones. Se puede encontrar amplia y fácil documentación en su página oficial, donde se explica de manera clara.

La *tabla 4* presenta características de los lenguajes que se deben tener en cuenta en el proyecto:

Lenguaje	Licencia	Orientado a Objetos	Multiplataforma
Java	Libre	SI	SI
Python	Libre	SI	SI
C++	Libre	SI	SI

Tabla 4. Características lenguajes de programación

Según *tabla 4*, un lenguaje adecuado para la aplicación es Java, ya que este se puede manejar tanto en Android como en la creación de aplicaciones de escritorio y no habría complicaciones al tener que usar dos lenguajes totalmente distintos en su sintaxis.

Para el caso de Arduino, C++ es un lenguaje único para la placa.

7.2.11. Metodología de desarrollo

Una metodología es una serie de herramientas y técnicas que son usadas con el fin de alcanzar un objetivo, es decir que da un lineamiento para alcanzar una meta propuesta.

Prototipos: Entre las metodologías que nos presenta Ok Histing (OKHosting, s.f) la metodología de prototipos es una metodología ágil que se ajusta perfectamente al desarrollo del proyecto, pues permite comprender rápidamente sin complicaciones los aspectos que el desarrollador tiene respecto a su objetivo de manera visible y en poco tiempo, para que este sea evaluado por el cliente y haya una respectiva retroalimentación que va enriqueciendo el producto final hasta ser terminado.

Esta metodología tiene cuatro pasos:

- Se identifican los requerimientos básicos
- Se desarrolla un prototipo inicial
- Se prueba y usa el prototipo construido
- Se revisa y se propone mejorar el prototipo

Etapas de la metodología:

Investigación preliminar: Se consulta el ámbito donde está inmerso el problema, sus efectos, estudios de factibilidad y viabilidad.

Análisis y especificaciones: Se realiza el diseño básico del prototipo. En caso del proyecto que no comprende una interfaz gráfica para ver su funcionalidad, sin embargo si se podrá hacer el prototipo de manera que se pueda entender qué funciones tendrá, por ejemplo cuando el niño toque algún órgano del perro deberá reproducirse un sonido que defina ese órgano.

Evaluación: Verificación de requerimientos. El usuario observa el prototipo y evalúa.

Modificación: Dependiendo la retroalimentación del usuario se modifica el prototipo o se agregan nuevos requerimientos.

Refinamiento del prototipo: Se rediseña el prototipo, se documenta para posterior programación.

Programación y prueba: Los requerimientos se convierten en código

Operación y mantenimiento: Se instala el sistema y se pone en funcionamiento en el modelo real.

8. Diseño metodológico

8.1. Tipo de investigación

El proyecto está enfocado en la investigación aplicada, ya que tomando los conocimientos de la investigación básica se construirá un artefacto para beneficio de la sociedad, en este caso de los niños y niñas que tendrán una herramienta como ayuda para aprender el sistema digestivo y respiratorio del perro a través de un modelo interactivo.

8.2. Fases del proyecto

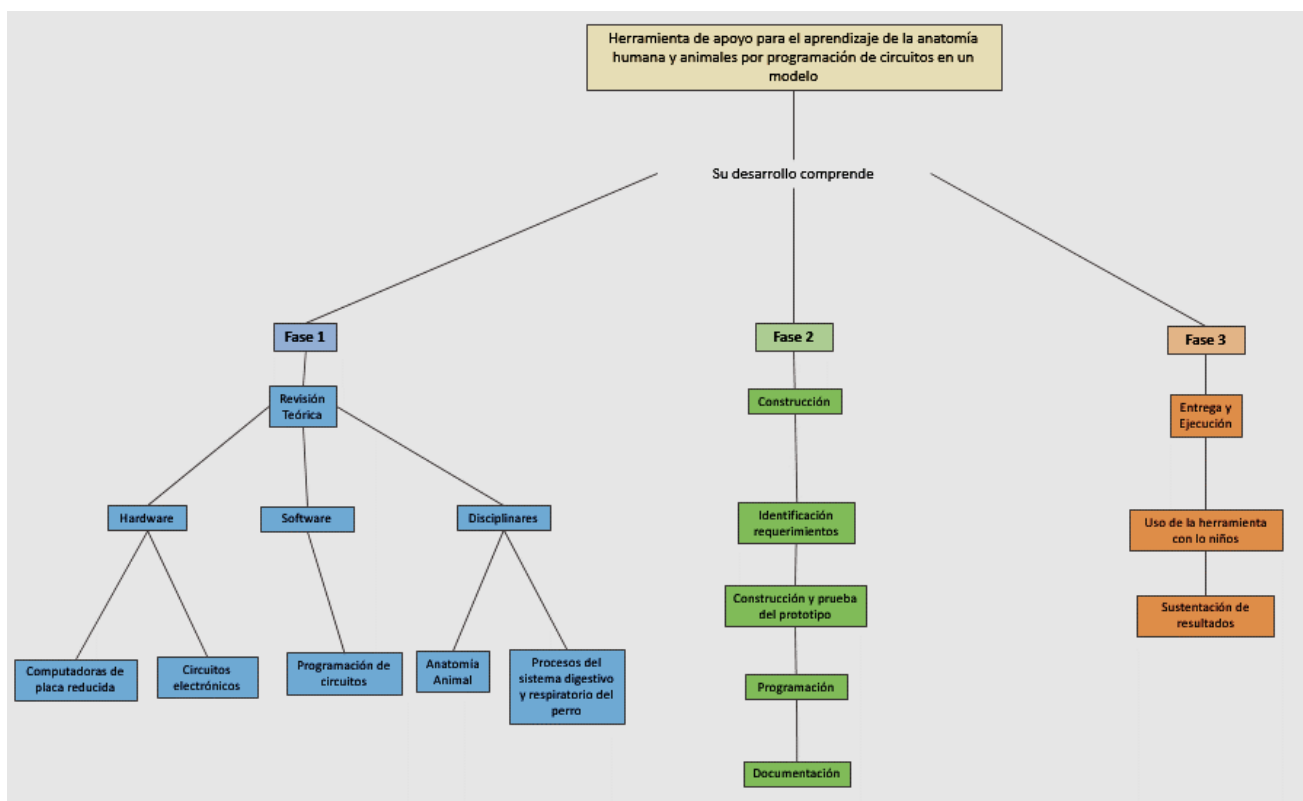


Imagen 11. Diagrama fases del proyecto

Fase 1: Revisión Teórica

Esta primera fase tiene como propósito conocer los aspectos teóricos de los instrumentos y tecnologías que serán utilizados en la construcción del modelo, mirando las diferentes

alternativas existentes en tecnología y eligiendo las más viables para el proyecto, analizando y estudiando sus funciones para que de esta manera se tenga claridad a la hora de construirlo.

Hardware: Se considerarán las diferentes alternativas existentes en cuanto a las computadoras de placa reducida (Single Board Computer) en sus siglas SBC, se analiza y se elige una de ellas para su posterior estudio en cuanto a componentes, circuitos que se pueden implementar y cómo funcionan y se relacionan entre sí, además del lenguaje de programación que soporta.

Software: Conforme al SBC elegido y el lenguaje de programación que se puede usar para programarlo, se estudia su sintaxis, las sentencias utilizadas, controles de flujo, entorno de desarrollo integrado IDE (Integrated Development Environment) y la manera de implantar el código en el hardware.

Disciplinares: Esta parte tiene como finalidad comprender el estudio anatómico del perro que será el modelo a construir, que se delimitará en el sistema digestivo y sistema respiratorio, entendiendo todas las partes de los dos sistemas y su funcionamiento fisiológico.

Fase 2: Construcción

En la segunda fase se empiezan a definir los requerimientos, construir los algoritmos de programación, hacer el prototipo, evaluarlo y aplicar los cambios requeridos hasta tener el modelo final con base en la metodología de prototipos.

Identificación de requerimientos: Se planea y establece la forma como el niño interactúa con el modelo, las entradas, procesos y salidas de respuesta de tal manera que funcione como instrumento de aprendizaje.

Construcción y prueba del prototipo: Una vez identificados los requerimientos, se construye el prototipo para su posterior evaluación, retroalimentación y refinamiento del prototipo con el fin de ir forjando su construcción final.

Programación e Instalación: Con los prototipos aprobados se inicia la programación de los circuitos electrónicos. Con el código listo, se procede a implantarlo en los circuitos y se hacen las respectivas pruebas para comprobar que se cumple con los requerimientos.

Documentación: Para una posterior programación, cambios y rediseños se hace una documentación o manual de programador de tal manera que se comprendan todas las partes y funciones del modelo en el software y hardware.

También se realiza un manual de usuario que permita conocer el funcionamiento completo del modelo y cómo usarlo.

Fase 3: Entrega y ejecución

Como última fase y con el modelo totalmente construido se lleva a cabo una prueba o aplicación para que este sea usado en una aula de clase como instrumento de ayuda para la enseñanza de la anatomía, se analizaran sus resultados obtenidos y se presentará como proyecto de opción de grado.

Aplicación con los niños: Con la herramienta terminada y probada, se procede utilizarla en compañía de niños como un instrumento para la enseñanza de la anatomía, se evalúan sus resultados en cuanto al aprendizaje y valoración por parte de los estudiantes.

Análisis de resultados: De acuerdo a los resultados obtenidos en la utilización de la herramienta con los niños a través de la observación directa y la encuesta, se analizan los resultados para verificar el impacto del uso de la tecnología como un instrumento de apoyo

que aporta dinamismo e interactividad para la motivación en el aprendizaje en lo niños y niñas.

8.3. Instrumentos para recolectar información

Para el proceso de recolección de datos a partir de la aplicación en el aula de clase se utilizan los instrumentos de observación directa y la encuesta que se caracteriza por:

- Ser directa: porque se estará muy cerca observando en primer plano el ambiente y sus estudiantes utilizando el modelo del perro en sus dos sistemas.
- En cuanto a la encuesta, como los niños interactuaran con el modelo, a través de la experiencia directa, de ellos mismos se obtendrá las opiniones, sugerencias y grado de satisfacción de la herramienta de aprendizaje.

De acuerdo a lo anterior, se establece que para el desarrollo de esta actividad se consideren los siguientes pasos:

- Determinar los parámetros generales para el desarrollo de la actividad como lo son el medio, la comunidad los temas a observar y encuestar.
- Consecuentemente se determinan las herramientas que se emplean para llevar a cabo la toma de información observable, las cuales para este caso son: Registro anecdótico, registro fotográfico, video-gráfico y escalas (para el análisis posterior), junto con el análisis subjetivo.

9. Alcances y limitaciones de la investigación

9.1 Alcances del proyecto

Con este proyecto se pretende que con el diseño de algoritmos de programación para circuitos electrónicos, se implanten en el hardware y pueda ser interactivo con el modelo desarrollado como instrumento de apoyo para la enseñanza de la anatomía del perro en niños y niñas entre los 7 a 12 años de edad.

Se implementa el modelo del perro que contiene el sistema digestivo y el sistema respiratorio impreso papel opalina plastificado para mayor duración; esta impresión se adhiere a una caja PVC, a la cual se le implantó los circuitos necesarios como sensores y leds para la interacción del estudiante, manejados por una placa Arduino Mega 2560 que se programó con los respectivos algoritmos propuestos.

Como la placa Arduino no puede reproducir audio por sí sola, es necesario también desarrollar un software que se ejecute en un dispositivo que si pueda hacerlo, por tal razón se construyó una aplicación móvil para Android y otra de escritorio, que además tiene la posibilidad de administrar los estudiantes, es decir agregar, eliminar y guardar puntajes obtenidos en cada evaluación.

El modelo se dispone para que el estudiante toque con sus dedos los once (11) órganos de los sistemas respiratorio y digestivo por medio de una tecnología touch, y cuando se seleccione se emita una voz a través de un mini parlante o directamente del celular o computador, que define y describe el funcionamiento del órgano seleccionado, y cuando se esté dando la definición del órgano elegido por el estudiante, se muestre el nombre del órgano en una pantalla LCD que tiene el modelo.

Por otro lado, se agregó una opción en la cual el sistema por medio de audio hace preguntas en relación a la anatomía del perro, con el fin de que el estudiante toque el

órgano que da respuesta a la pregunta, y en caso de que la respuesta sea incorrecta se emite un sonido aleatorio de tres (3) disponibles que puede ser un perro llorando o aullando; además alumbra un led de color rojo que está en el ojo del perro, en caso contrario alumbra un led verde y el sonido de un perro ladrando.

9.2. Limitación del proyecto

En primer lugar, se usó una impresión plana del perro con medidas de 67.5 cm de alto y de ancho 42 cm desde la cabeza hasta la cola, en la imagen este modelo se pusieron los dos sistemas del cuerpo animal del perro, que está limitado por el sistema digestivo y el sistema respiratorio con once (11) órganos, dos (2) del sistema respiratorio y nueve (9) del sistema digestivo.

En cuanto a la enseñanza de los órganos esta es dirigida hacia la anatomía funcional, que busca relacionar las formas del organismo y las funciones que realizan.

Para el caso de la evaluación del conocimiento, se plantearon 20 preguntas de los dos sistemas, en las cuales su formulación es siempre guiar al estudiante a dar una respuesta del órgano específico y no a componentes del mismo, por ejemplo una formulación correcta sería: “*¿En qué órgano se absorben los nutrientes alimenticios?*” Que tiene como respuesta el *intestino delgado*. Una pregunta que no genera una respuesta a un órgano específico sería: “*¿Cuáles son las partes del intestino grueso?*” O “*¿Cuáles son los componentes del líquido gástrico?*”, pero si retoma esta última y se plantea de forma tal que su respuesta sea un órgano del modelo, esta sería: “*¿En qué órgano se encuentra la gastrina?*”

10. Desarrollo del proyecto

Fase 1

De acuerdo a la fase 1 del proyecto, la revisión teórica para conocer todo lo referente a las placas de computadora reducida, los lenguajes de programación y los motores de bases de datos que se ajustan al proyecto, se llevó a cabo en el marco de referencia del presente documento.

Fase 2

Con base en la metodología de prototipos y teniendo en cuenta los objetivos del proyecto, se inicia la construcción del prototipo de la herramienta, refinándola a medida de las iteraciones a que haya lugar.

10.1. Desarrollo prototipo inicial

10.1.1. Parte física del modelo

La manera como se propone la parte física del modelo para observar los órganos del perro, es una impresión de alta calidad en papel opalina, sobre la cual en la parte trasera se le adicionaron los sensores táctiles y se le abrió un pequeño orificio a la lámina impresa para que los sensores puedan ser tocados.

Para la lámina de impresión que define el tamaño total del modelo final se plantearon 2 medidas: Una de 50*70 cm, y otra de 34*50 cm.

Imagen del perro: La posición que tiene el perro en la imagen es como si este estuviera sentado de espaldas mirando a un costado ver *imagen 12*.

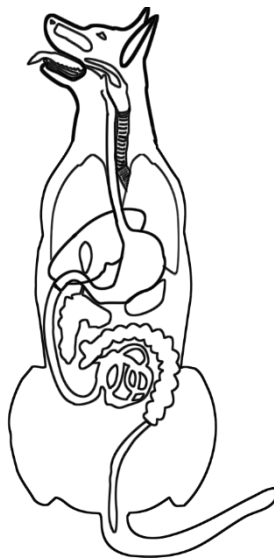


Imagen 12. Posición del perro sentado (autor, 2019)

La Imagen 12 fue adaptada por el autor tomando como referencia las imágenes 13 y 14

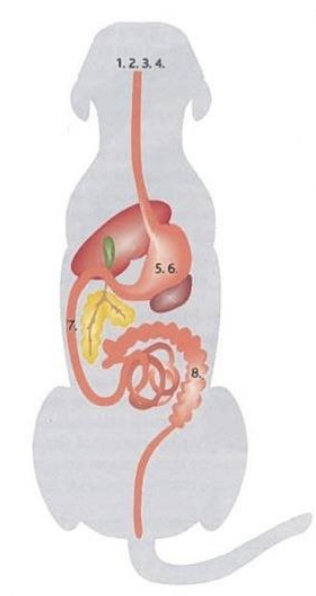


Imagen 13. Imagen referencia para construir el modelo final (Esdeperros, s.f)

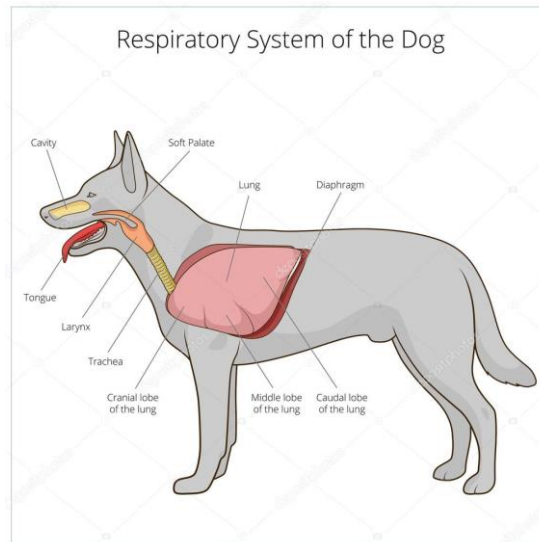


Imagen 14. Sistema respiratorio del perro. Solo se tomaron los pulmones para el modelo final (Dog, s.f.)

Esta posición garantiza un mejor entendimiento tanto del sistema digestivo como del respiratorio ya que se visualiza de manera secuencial su funcionamiento y cómo otros órganos intervienen en el proceso digestivo, por ejemplo, en el caso del páncreas y la vesícula se muestra cómo van conectados al duodeno, de igual manera el punto donde se conecta el íleon y el ciego.

La imagen 15, muestra la posición de perfil del perro estando de pie, en la cual no es posible diferenciar las conexiones de las glándulas digestivas sino que se observa como si todo estuviera mezclado, por lo cual no es conveniente ya que los estudiantes no pueden distinguir cómo funcionan los órganos.



Imagen 15. Posición del perro en perfil (O'Keefe, s.f.)

Diferenciación del sistema respiratorio y digestivo

Como los dos sistemas están inmersos en una sola imagen, se hace necesario identificar con una convención de colores qué partes de los órganos pertenecen a cada sistema, por lo que delinear la forma del sistema respiratorio con un color azul claro y el sistema digestivo del color rojo claro como se muestra en la *imagen 16*, es una buena opción, ya que si se rellena con el color identificador (*imagen 17*), la totalidad de cada sistema el estudiante no podría asociar un órgano a un determinado color.

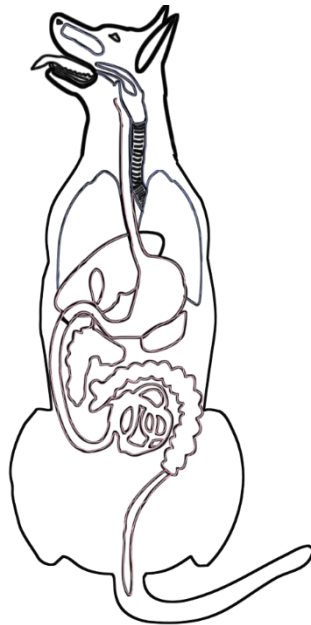


Imagen 16. Definición del contorno.

Adaptado por el autor

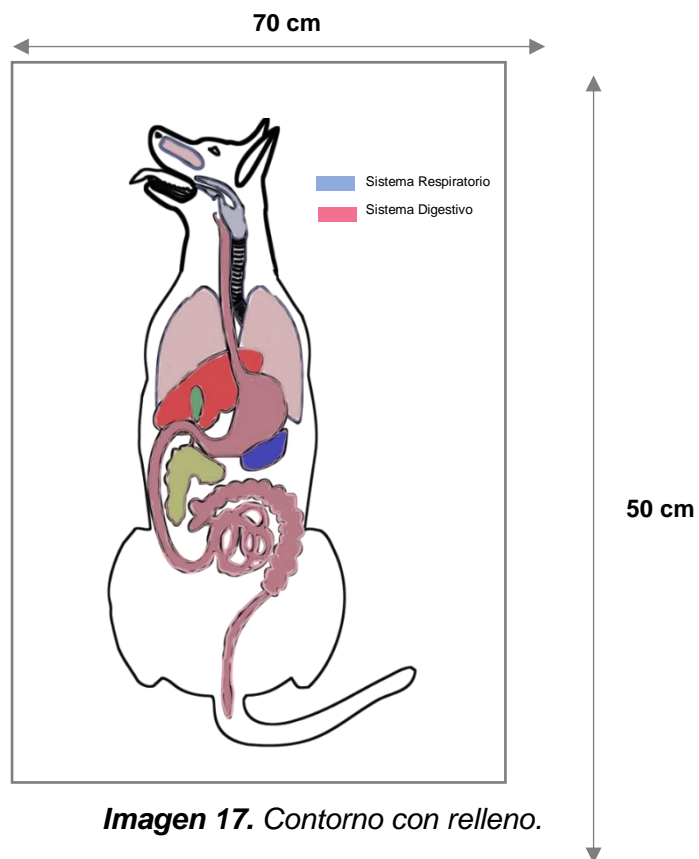


Imagen 17. Contorno con relleno.

Adaptado por el autor

10.1.2. Parte funcional del modelo

10.1.3. Actores del sistema

Para proceder a plantear los requerimientos primeramente se identifican los roles que los usuarios tienen en el sistema:

Actor	Descripción
Docente	El actor es el encargado de administrar la aplicación que le permite agregar, editar, eliminar estudiantes y ver los puntajes de las evaluaciones. De igual forma es el encargado de iniciar el modo de apoyo en la enseñanza y el modo de evaluación desde el software.
Alumno	El actor tiene contacto directo con el modelo del perro, es quien toca los sensores de los diferentes órganos y cambia el modo de utilización a enseñanza o evaluación desde el botón modo.
Sistema	El quien reproduce los audios correspondientes a la descripción de los órganos o las preguntas para la evaluación.

10.1.4. Requerimientos funcionales

R1:	Seleccionar Órgano
Autor:	Alumno
Descripción	Permitir que el usuario seleccione un órgano del sistema del modelo por medio de un sensor
Entrada	Selección de un órgano por parte del usuario
Salida	Ninguna

R2:	Describir Órgano
Autor:	Sistema
Descripción	Según el órgano seleccionado por el alumno, por medio de audio se debe describir cual es el nombre y el funcionamiento que cumple
Entrada	Selección de un órgano por parte del alumno (sensor touch)
Salida	Audio que describe el órgano

R3:	Cambiar a modo aprendizaje
Autor:	Alumno
Descripción	Permitir que el alumno cambie el modo de funcionamiento del modelo a aprendizaje de tal manera que cuando seleccione los órganos pueda escuchar su descripción
Entrada	Selección del botón " Modo " por parte del alumno
Salida	Cambia el estado del modelo a aprendizaje

R4:	Cambiar a modo evaluar
Autor:	Alumno
Descripción	Permitir que el usuario cambie el modo de funcionamiento del modelo a modo evaluar de tal manera que el sistema haga preguntas aleatorias por audio y espere respuesta del alumno
Entrada	Selección del botón " Modo " por parte del alumno

Salida	Cambia el estado del modelo a modo preguntas
---------------	--

R5:	Hacer preguntas por medio de voz
Autor:	Sistema
Descripción	Cuando el sistema esté en modo evaluar debe lanzar al usuario 5 preguntas aleatorias por medio de voz, y en cada pregunta debe esperar hasta que el usuario responda tocando el órgano correspondiente.
Entrada	5 preguntas escogidas aleatoriamente
Salida	- Audio de la pregunta

R6:	Verificar respuesta
Autor:	Sistema
Descripción	El sistema debe verificar si la respuesta dada por el alumno es correcta según la pregunta realizada (Requerimiento R5) además de notificar si la respuesta es correcta o no a través de un audio.
Entrada	- Selección de un órgano por parte del alumno (sensor touch)
Salida	<ul style="list-style-type: none"> - Audio que indica que la respuesta fue correcta o incorrecta - Mensaje en pantalla LCD con un mensaje indicando si la respuesta fue correcta o incorrecta - Alumbrar el LED que está en el ojo del perro de color verde si la respuesta fue correcta y rojo si fue incorrecta.

R7:	Registrar Alumno
Autor:	Docente
Descripción	El sistema debe permitir registrar los datos básicos del alumno
Entrada	Código alumno Nombre Apellido Curso
Salida	- Mensaje que indique que el registro fue exitoso

R8:	Registrar Puntaje
Autor:	Sistema
Descripción	<p>Cuando el sistema esté en modo preguntas debe registrar sumando un punto a cada respuesta acertada por parte del alumno y guardarlo en la base de datos asociándolo a cada alumno con fecha y hora de presentación.</p> <p>Guardar los registros del puntaje debe ser opcional para cada usuario antes de iniciar las preguntas, de otro modo solo se harán las preguntas pero no se guardará ningún puntaje</p>
Entrada	Nombre alumno que va responder las preguntas (Opcional)
Salida	<ul style="list-style-type: none"> - Puntaje guardado en la base de datos - Mensaje que indique que se guardó el puntaje

R9:	Ver Puntajes
Autor:	Docente
Descripción	Permite ver los puntajes registrados de cada alumno
Entrada	
Salida	<ul style="list-style-type: none"> - Muestra los puntajes de cada alumno con nombre, puntaje y fecha de presentación de las preguntas.

R10:	Modificar Alumno
Autor:	Docente
Descripción	Permite modificar los datos de un alumno registrado
Entrada	Alumno a modificar
Salida	<ul style="list-style-type: none"> - Mensaje que indica las modificaciones han sido guardadas

R11:	Eliminar Alumno
Autor:	Docente
Descripción	Permite eliminar un alumno registrado
Entrada	Alumno a eliminar
Salida	- Mensaje que indica que el alumno ha sido eliminado

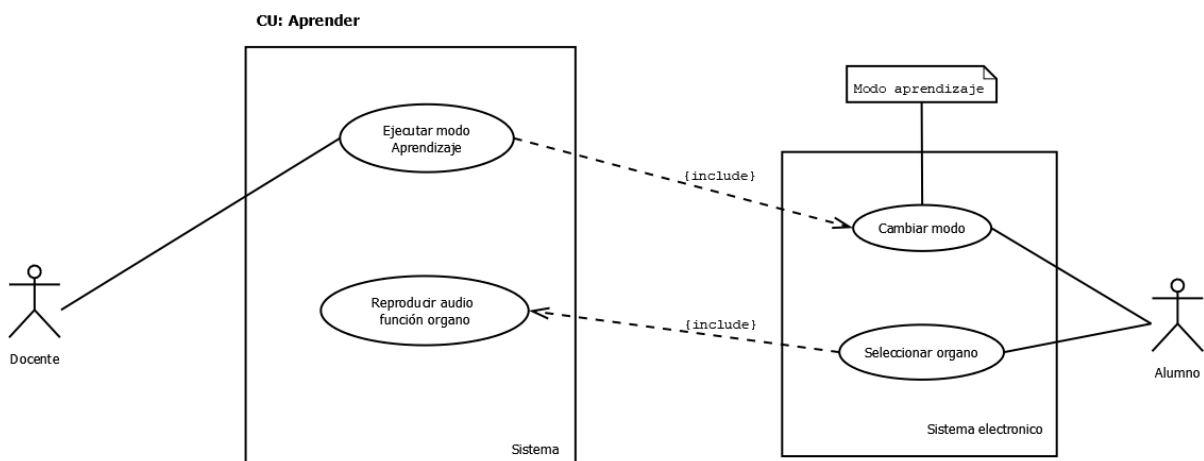
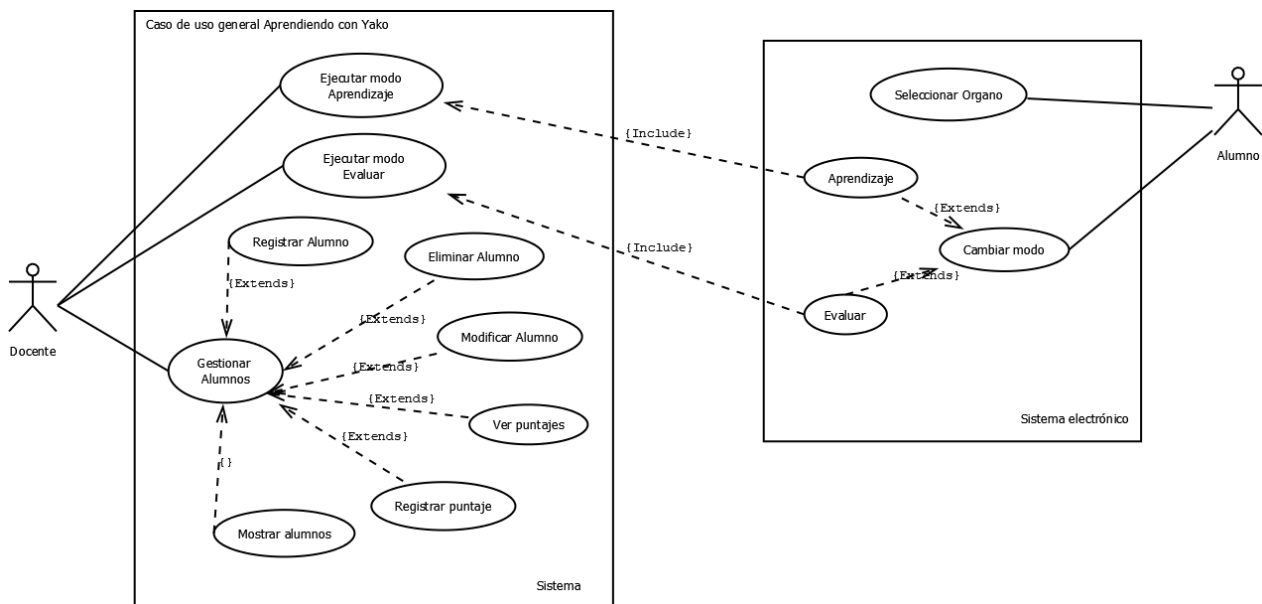
R12:	Mostrar Alumnos
Autor:	Docente
Descripción	Permite ver los datos de los alumnos registrados por grado
Entrada	Grado
Salida	- Muestra el código y nombre completo de todos los alumnos registrados asociados al grado seleccionado.

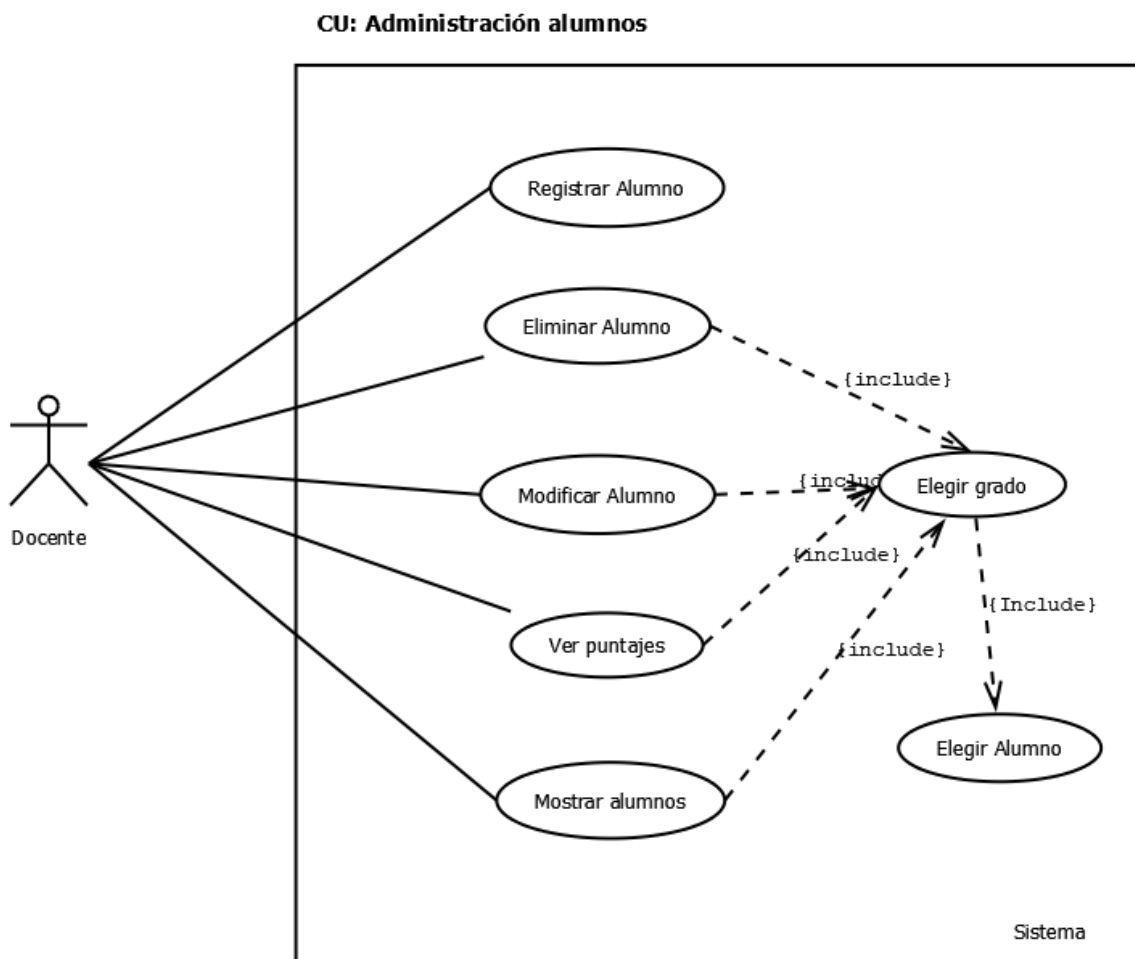
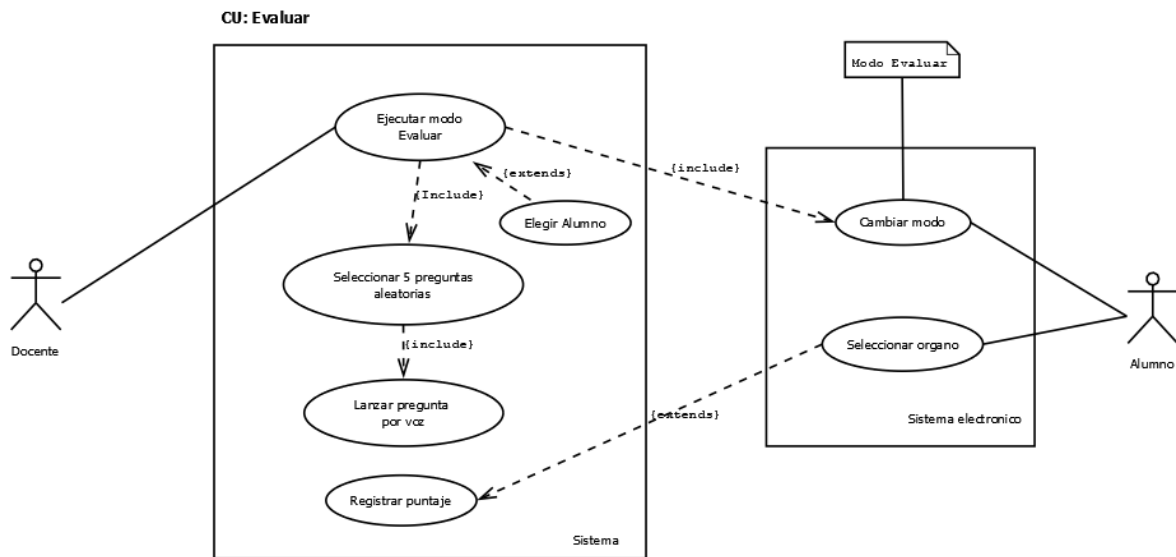
10.1.5. Requerimientos no funcionales

Requerimiento	Descripción
Multiplataforma	El sistema en la versión de escritorio debe tener la capacidad de funcionar en diferentes sistemas operativos.
Usabilidad móvil	El sistema debe también estar disponible en una versión para teléfonos con sistema operativo Android desde la versión kit-kat en adelante.
Conectividad inalámbrica	La comunicación entre el modelo y el software para su funcionamiento debe ser a través de conexión bluetooth.

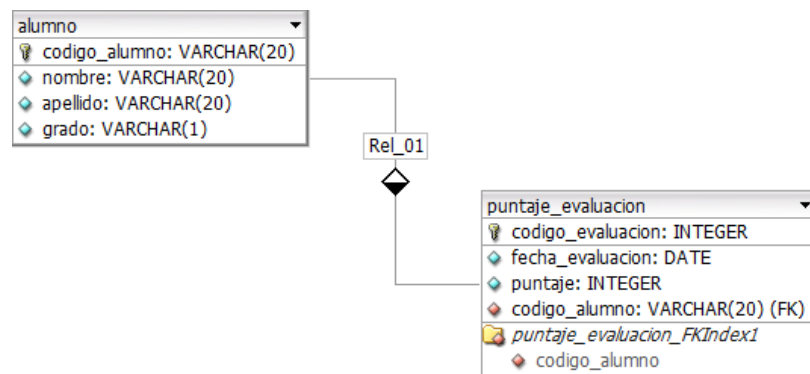
Con los requerimientos funcionales y no funcionales definidos, se elaboran los diagramas del sistema con ayuda del lenguaje unificado de modelado UML

10.1.6. Casos de uso

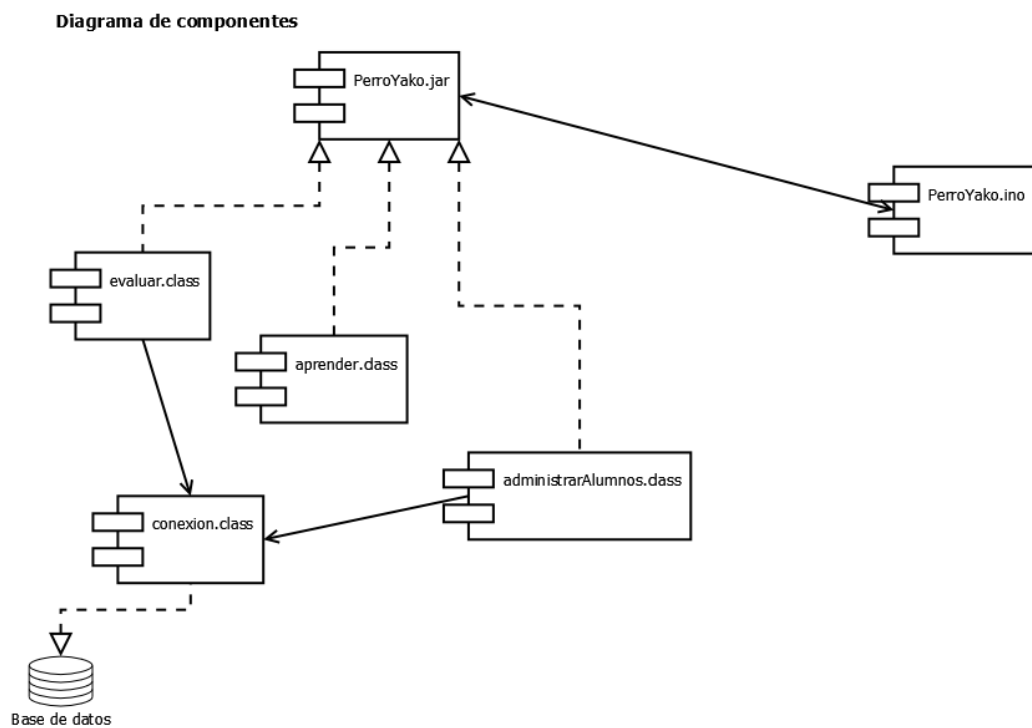




10.1.7. Diagrama de bases de datos



10.1.8. Diagrama de componentes



10.1.9. Diagrama de despliegue

Diagrama de despliegue

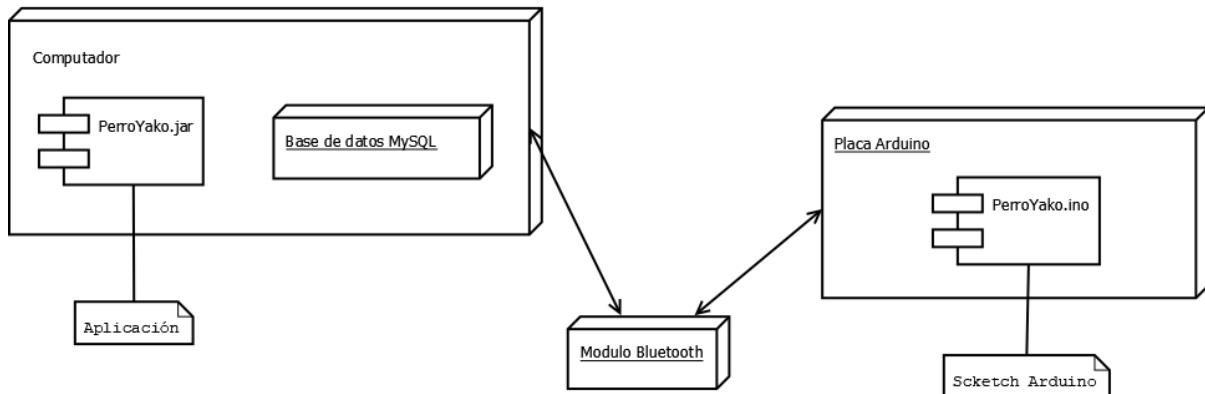
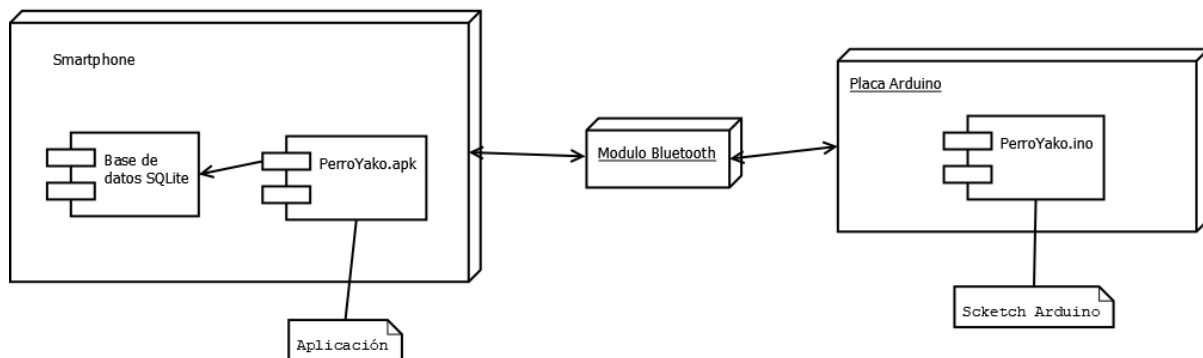


Diagrama de despliegue para aplicación móvil



10.1.10. Construcción rápida del requerimiento R1 y R2

Para que el sistema cumpla la funcionalidad propuesta de que el alumno pueda seleccionar un órgano del modelo, se hace necesario la implementación de sensores touch como método de entrada al sistema para que este genere la respuesta y describa el

funcionamiento del órgano. Estos sensores se ubican en la parte inferior del modelo, para lo cual al modelo se le abre un agujero de 1 milímetro de longitud para que este pueda recibir la pulsación del usuario.

Para mostrar la funcionalidad de estos requerimientos se utilizaron las siguientes herramientas:

- Tarjeta Arduino uno
- 2 sensores touch Ttp 223
- Cables de conexión
- Computador portátil

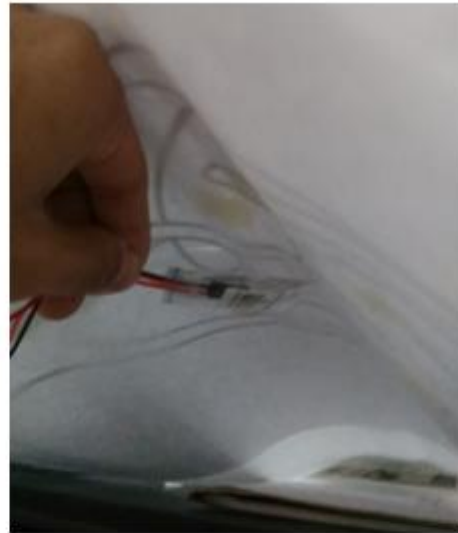
Para este prototipo rápido se planteó usar dos sensores touch y ponerlos en el modelo que se utilizó en la primera etapa para evaluar las medidas. Los sensores se ubicaron en el estómago y el hígado del modelo estableciendo el punto de referencia para que el usuario pueda pulsar.

Para la programación y reproducción del audio se utiliza el lenguaje Java y se conecta mediante el puerto serial USB con Arduino para leer las pulsaciones de los sensores y generar la respuesta en el computador con el audio correspondiente

Cabe anotar que cuando se usa un módulo Bluetooth en Arduino no se necesita programar algo adicional, ya que funciona de la misma manera cuando se hace uso del puerto USB serial de la placa.



a) Imagen del perro en cartulina simulando puntos referenciales donde están los sensores



b) Simulación de los sensores puesto debajo de la imagen



c) Sensor touch ttp223 B



d) Sensor conectado a Arduino

Imagen 18. Fotos de la construcción del primer prototipo

Código Java y Arduino

En las siguientes imágenes se muestran algunas capturas de pantalla que se programaron para el primer prototipo, esta solo se llevó a cabo para la versión de la aplicación de escritorio.

En la imagen 19 se encuentra el método *sonido* que reproduce el audio ubicado en una ruta específica. Se aprecia también el método escuchador que se comunica con la placa Arduino. Para la programación en Java se utilizó la librería *PanamaHitek_Arduino* que permite la comunicación entre los dos sistemas.

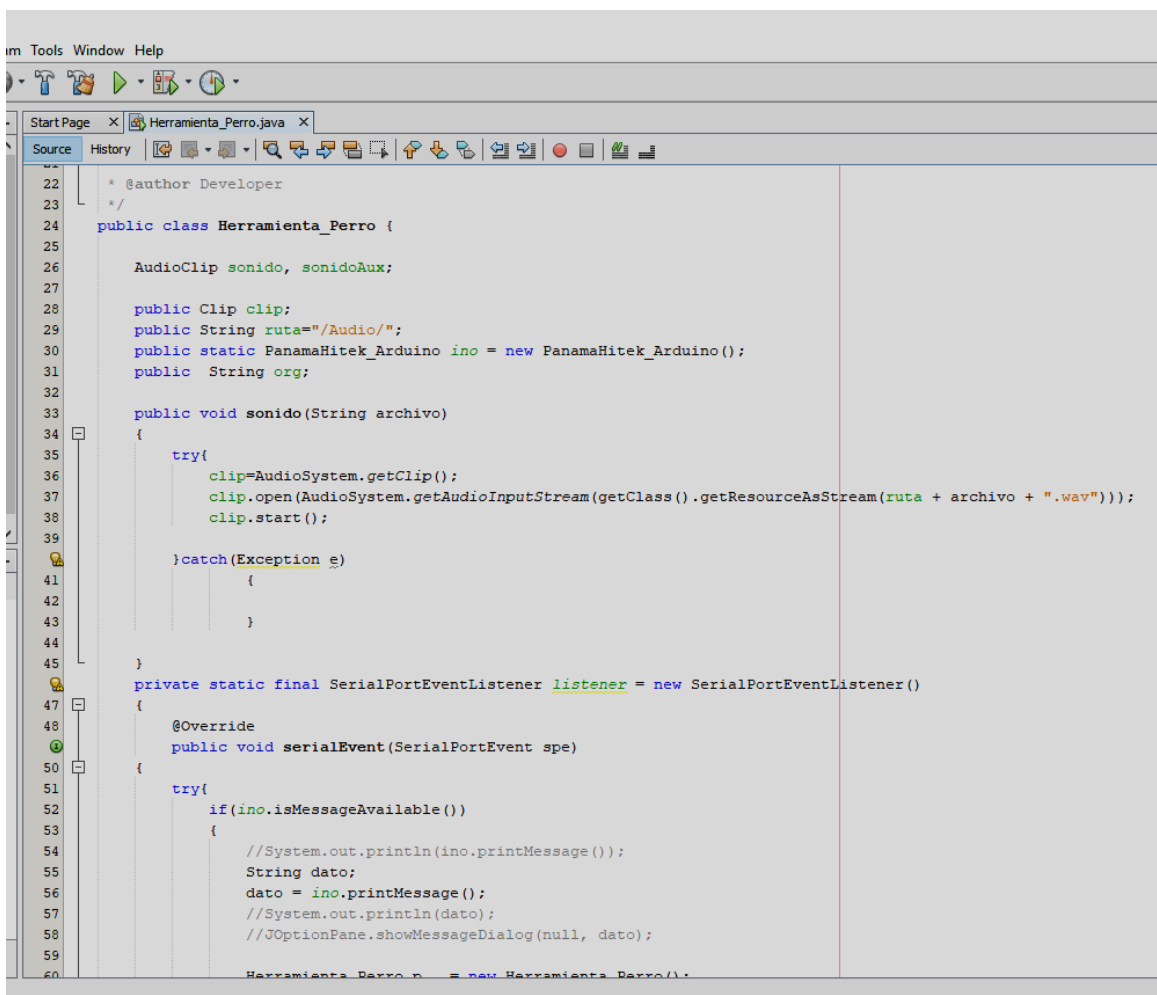


Imagen 19. Captura de pantalla desde Netbeans.

La captura de la imagen 20 muestra el IDE de Arduino donde se puede ver en las dos primeras líneas de código que se están usando los pines 7 y 8 de Arduino, los cuales se establecen como modo INPUT (de entrada). Por otro lado en el método *loop()* se valida cuando un sensor es pulsado y se envía por el serial el dato a Java.

The image is a screenshot of the Arduino IDE 1.8.5 interface. The window title is 'sensor_tactil Arduino 1.8.5'. The menu bar includes 'Archivo', 'Editar', 'Programa', 'Herramientas', and 'Ayuda'. Below the menu bar is a toolbar with icons for opening files, saving, uploading, and monitoring. The main text area shows the following code:

```
sensor_tactil
int estomago = 8;
int higado = 7;

void setup() {
  pinMode(estomago, INPUT);
  pinMode(higado, INPUT);

  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  if(digitalRead(higado) == HIGH)
  {
    Serial.println("2");
    delay(1000);
  }
  else if(digitalRead(estomago) == HIGH)
  {
    Serial.println("1");
    delay(1000);
  }
  else
  {
    Serial.begin(9600);
  }
}
```

Imagen 20. Captura de pantalla desde el IDE de Arduino

Conclusión: Con el anterior prototipo se pudo cumplir con el objetivo de dar una demostración de lo que es el funcionamiento del modelo, pues con la impresión en cartulina del perro y el sensor junto con Arduino, al presionar el touch que se puso debajo, se reprodujo el audio que describe el órgano seleccionado.

10.2. Evaluación y modificación del prototipo inicial

Después de construir el modelo inicial se empezó el proceso de evaluación con el fin de observar lo que falló y lo que se debe cambiar o mejorar para en el próximo ciclo aplicar los cambios.

10.2.1. Retroalimentación parte física del modelo

1. Se propone modelar la figura del perro definiendo mejor los colores y modificando las medidas, además la imagen debe ser impresa en opalina y plastificada; las medidas deben ser 67.5 cm de alto y 42cm de ancho.
2. Se debe usar placas de tipo PVC para construir una caja en donde en la superficie se pegará la imagen del perro, y en la parte de atrás se pondrán los componentes electrónicos.
3. Se debe poner una pantalla de tipo lcd pequeña en la parte frontal del modelo, para que cuando se toquen los órgano se muestre el nombre, además cuando al responder las preguntas se muestre un mensaje en la pantalla indicando que la respuesta es correcta o incorrecta.
4. No se aplicará ninguna tipo de color o forma en el diseño que diferencie el sistema digestivo y respiratorio.

10.2.2. Construcción parte física del modelo después de evaluación

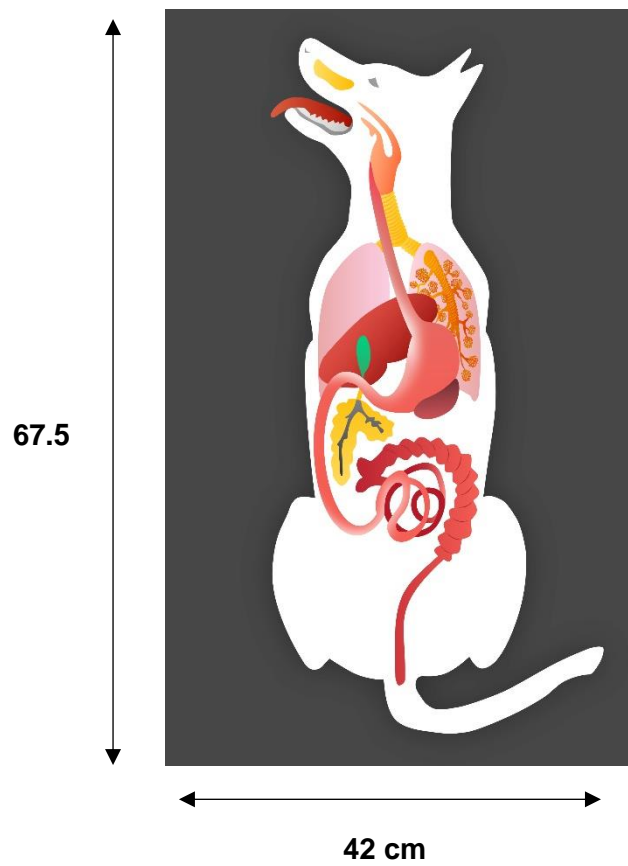


Imagen 21. Figura del perro modificada con colores más definidos

Editado por: Alejandro Villanueva

Teniendo en cuenta las consideraciones echas en la etapa de evaluación del prototipo, en las imágenes 22 y 23 se muestra un diseño de como quedarían los cambios. Más adelante en la imagen 24 está el diseño final construido.

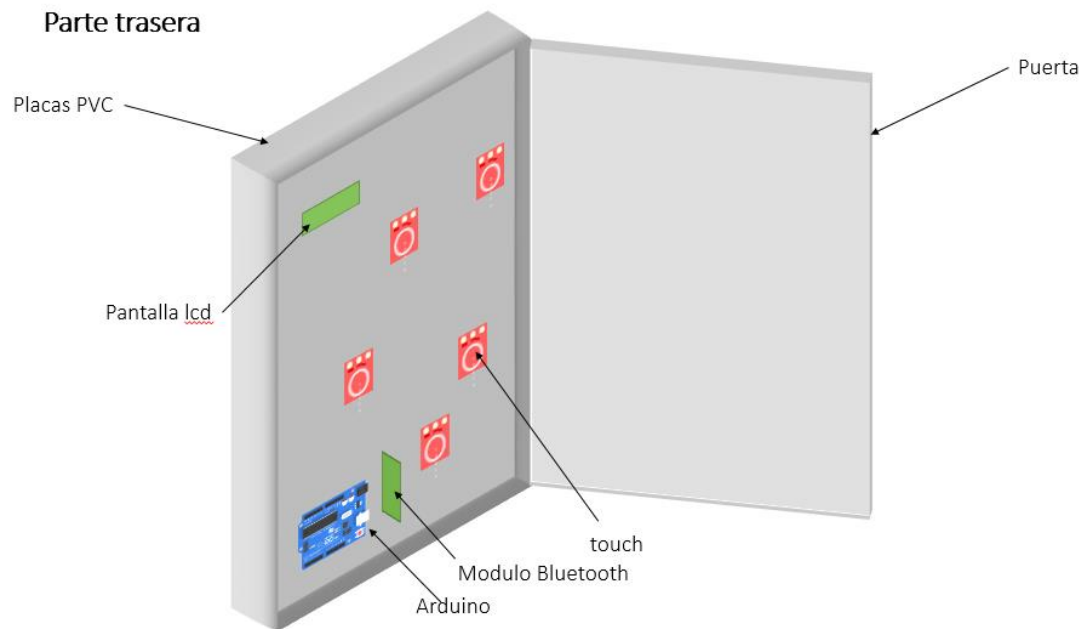


Imagen 22. Parte trasera de la caja donde van los componentes electrónicos

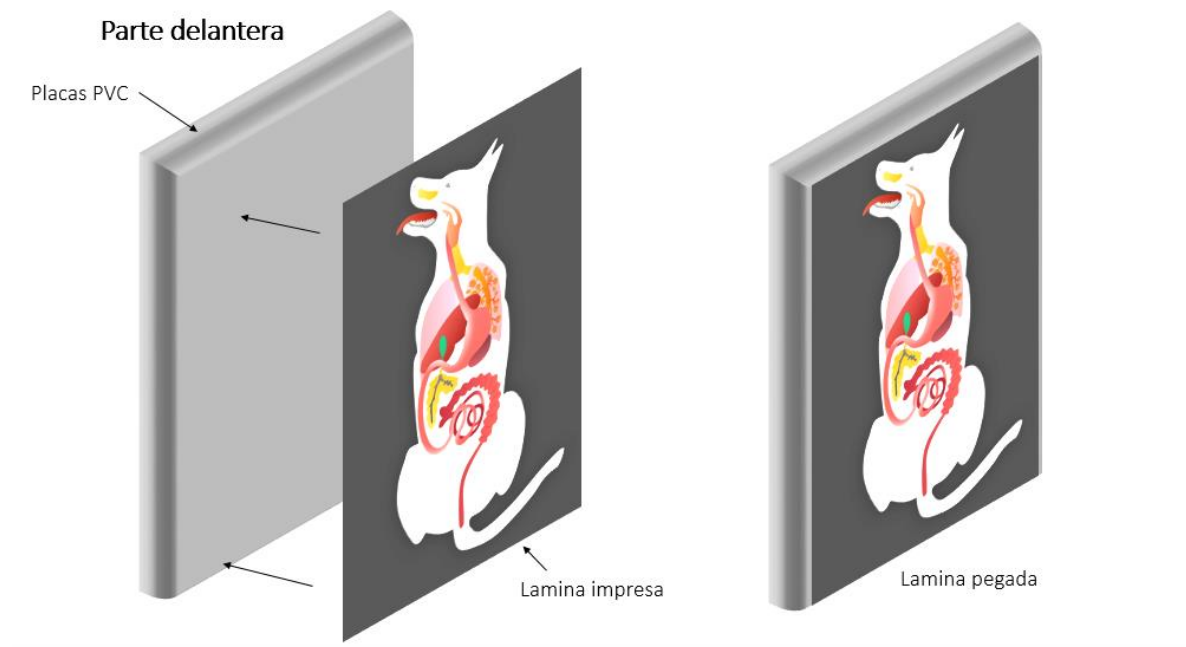


Imagen 23. Parte delantera de la caja, allí va puesta la imagen del perro

Diseño construido



a) Parte delantera construida. Se aprecia la imagen impresa pegada en la caja.



b) Perfil de la caja.



c) Parte trasera. Se observa que se usaron laminas PVC.



d) Parte trasera abierta. Se pueden ver los componentes electrónicos utilizados.

Imagen 24. Modelo final construido

10.3. Programación y evaluación

Teniendo los requerimientos definidos y el modelo aprobado con los cambios realizados se procede a codificar.

Arduino

Se extraen algunas partes del código usando para Arduino.

El método *loop()* es el ciclo principal de Arduino, allí se evalúa el estado del botón MODO cuando es pulsado en el modelo, a partir de ahí se invocan los métodos *preguntas()* y *enseñanza()*.

```
/*Bucle principal
Siempre que inicia para al modo enseñanza*/
void loop() {

    valor = digitalRead(MODO); // lee el estado del Boton

    if ((valor == HIGH) && (antiguo_valor == LOW)){
        estado=1-estado;
        delay(10);
    }
    antiguo_valor = valor; // valor del antiguo estado

    if (estado == 1){

        preguntas();

    }
    else{

        enseñanza();

    }

}
```

Imagen 25. Captura ciclo principal de Arduino

En la imagen 26 está el método *ensenanza()* su funcionamiento consiste en evaluar cuando un sensor touch es pulsado en el modelo para después enviar un dato hacia Java para que se reproduzca el sonido correspondiente.

```
/*Metodo que se activa cuando esta la opción MODO Enseñanza (LED Fucsia en el ojo del perro).
Espera que sea tocado un sensor y envia por medio del serial un numero que corresponde
al organo seleccionado en Arduino a Java y Android, que lo procesa para reproducir el sonido asociado*/
void enseñanza()
{

  /*La pantalla LCD cambia*/
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Modo:");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Aprendizaje");

  /*Para indicar que permanece en el MODO enseñanza*/
  control = 1;

  LEDFucsiaEnsenanza();// enciende el LED Indicando que esta en modo enseñanza (Color Fucsia)

  /*Cuando un sensor es pulsado se ejecuta el IF*/
  if(digitalRead(esofago)== HIGH)
  {
    Serial.println("3");//Este dato es que envía a Java/Android
    LCDOrgano("Esofago");//En la pantalla LCD se muestra el nombre del organo. Ver metodo LCDOrgano(String msn)
    delay(1000);
    //digitalWrite(LEDEsofago, HIGH);//Enciende LED por 5 Segundos
    delay(9000);
    //digitalWrite(LEDEsofago, LOW);//Enciende LED por 5 Segundos
    delay(500);
    lcd.clear();//Limpia la pantalla LCD con el nombre del organo y vuelve quedar el mensaje 'Modo Preguntas'
  }
}
```

Imagen 26. Captura del método de enseñanza programado para Arduino

EL método *preguntas()* que se aprecia en la imagen 27 contiene la sentencia *Serial.available()* que permite recibir los datos que son enviados desde Java, variable que contiene la respuesta correcta que evalúa después que un sensor es pulsado.

```

/*Metodo que se activa cuando la opción esta en MODO Preguntas*/
void preguntas()
{

    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Modo:");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Juego Preguntas");

    LEDAzulPreguntas();// enciende el LED Indicando que esta en modo PREGUNTAS (Color Azul)

    if(control == 1)
    {
        /*Envia el numero 200 a Java/Android para indicar que el modelo
        esta en MODO Preguntas*/
        Serial.println("200");
        delay(1000);
        control = 2;//Cambia la variable para indicar que esta en el metodo preguntas()
    }

    /*Serial.available() escucha cuando un dato es enviado desde Java/Android.
    Este dato corresponde a cuando Java/Android elige las preguntas aleatoriamente
    y separa del nombre del audio de la pregunta la respuesta que es la que va después
    del guion (pl_Estomado-3) es decir en este caso Java/Android envia el numero 3*/
    if(Serial.available() > 0)
    {
        /*//Se utiliza " - '0' " para que cuando se envíe un dato desde Java lo reconozca como tal
        y no como código ACSII, porque entonces entonces en Arduino saldría 49 y no 1 que es el dato
        real que se envió desde Java/Android*/
        input = Serial.read() - '0';
        //Serial.println(input);
    }
}

```

Imagen 27. Captura método del usado para validar las preguntas en Arduino

```

/*Una vez se reproduce el audio de la pregunta y Java/Android envía la respuesta,
se ejecutan estos IF esperando que un sensor sea pulsado, y cuando un sensor es pulsado entra al IF
y seguidamente compara si la variable input enviada desde Java/Android corresponde a la respuesta */
if(digitalRead(esofago)== HIGH)
{
    if(input == 3)
    {
        Serial.println("y");//Cuando la respuesta es correcta, envía a Java/Android un mensaje indicandolo
        //delay(800);
        LCDRespuesta("CORRECTA");//Se muestra en la pantalla LCD que la respuesta fue correcta
        LEDVerdeCorrecto(); // Se enciende el color verde del LED
        delay(5000);
        lcd.clear();//Se limpia la pantalla
    }
    else
    {
        Serial.println("n");//Dato que envía cuando la respuesta es incorrecta
        //delay(800);
        LCDRespuesta("INCORRECTA");//Se muestra en la pantalla LCD que la respuesta fue incorrecta
        LEDRojoIncorrecto();//Se enciende el color rojo del LED
        delay(5000);
        lcd.clear();//Se limpia la pantalla
    }
}
}

```

Imagen 28. Captura del código usado para enviar a la aplicación cuando la respuesta es correcta o incorrecta

Programación en Android Studio con Java

Para la programación de Android se tuvo que pedir permisos para el uso de bluetooth desde el archivo *manifest*. Con el metodo *abrirBT()* permite realizar la conexión entre el modelo y la aplicación.

```
/*Metodo que realiza la conexión con PerroYako una vez lo detecta*/
void abrirBT() throws IOException {
    tvEstado.setTextColor(Color.parseColor( colorString: "#e74c3c"));
    tvEstado.setText("Estado: No se pudo conectar, intente nuevamente");
    btnConectarBT1.setEnabled(true);
    UUID uuid = UUID.fromString("00001101-0000-1000-8000-00805F9B34FB"); //Standard SerialPortService ID
    mmSocket = mmDevice.createRfcommSocketToServiceRecord(uuid);
    mmSocket.connect();

    mmOutputStream = mmSocket.getOutputStream();
    mmInputStream = mmSocket.getInputStream();

    beginListenForData( estado: 1);
    tvEstado.setTextColor(Color.parseColor( colorString: "#2ecc71"));
    tvEstado.setText("Estado: PerroYako Conectado");
    //sendData ("0");

    //Verifica hay conexión bluetooth para habilitar y deshabilitar botones
    if(mmSocket.isConnected())
    {
        btnConectarBT1.setEnabled(false);
        btnDesconectarBT1.setEnabled(true);
        //sendData ("0");
    }

    estadoBT = "conectado";
}
```

Imagen 29. Captura del método usado para abrir la conexión bluetooth

El método *encontrarBT()* lo que hace es traer los dispositivos ya emparejados en el celular, y encontrar el dispositivo llamado PerroYako, por lo que es indispensable que primero se empareje el dispositivo desde las configuraciones del celular ya que de otra manera no lo encontrará.

```

/*Metodo que busca los dispositivos asociados, en este caso va a buscar Bluetooth PerroYako.
^ Para que funcione primero se debe asociar desde el telefono en la parte
^ de ajustes.*/
void encontrarBT() {

    tvEstado.setText("Estado: Buscando dispositivo asociado...");
    mBluetoothAdapter = BluetoothAdapter.getDefaultAdapter();
    if (mBluetoothAdapter == null) {
        tvEstado.setText("Adaptador Bluetooth no disponible");
    }

    if (!mBluetoothAdapter.isEnabled()) {

        Intent enableBluetooth = new Intent(BluetoothAdapter.ACTION_REQUEST_ENABLE);
        startActivityForResult(enableBluetooth, requestCode: 0);
    }

    Set<BluetoothDevice> pairedDevices = mBluetoothAdapter.getBondedDevices();
    if (pairedDevices.size() > 0) {
        for (BluetoothDevice device : pairedDevices) {
            if (device.getName().equals("PerroYako")) { //Este es el nombre que tiene el Bluetooth a conectarse
                mmDevice = device;
                break;
            }
        }
    }
    tvEstado.setText("No se pudo conectar");
}

```

Imagen 30. Captura del método usado para buscar dispositivos asociados

La imagen 31 contiene el método utilizado para poder recibir los datos que son enviados desde la placa Arduino. Este método se ejecuta una vez se realiza la conexión con el modelo en un hilo, lo que permite que en cualquier momento escuche los datos enviados.

```

/*Metodo que escucha los datos enviados por el Arduino*/
void beginListenForData(int estado)
{
    final Handler handler = new Handler();
    final byte delimiter = 10; //This is the ASCII code for a newline character

    stopWorker = false;
    readBufferPosition = 0;
    readBuffer = new byte[1024];
    workerThread = new Thread((Runnable) () -> {
        while(!Thread.currentThread().isInterrupted() && !stopWorker )
        {
            try
            {
                int bytesAvailable = mmInputStream.available();
                if(bytesAvailable > 0)
                {
                    byte[] packetBytes = new byte[bytesAvailable];
                    mmInputStream.read(packetBytes);
                    for(int i=0;i<bytesAvailable;i++)
                    {
                        byte b = packetBytes[i];
                        if(b == delimiter)
                        {
                            byte[] encodedBytes = new byte[readBufferPosition];
                            System.arraycopy(readBuffer, srcPos: 0, encodedBytes, destPos: 0, encodedBytes.length);
                            //final String data = new String(encodedBytes, "US-ASCII");
                            final String data = new String(encodedBytes, charsetName: "UTF-8");
                            //data =data+"1";
                            //dto = data;
                            //int data = new int(encodedBytes, "US-ASCII");
                            //opc = Integer.parseInt(data);

                            readBufferPosition = 0;
                        }
                    }
                }
            }
            catch (Exception e)
            {
                stopWorker = true;
            }
        }
    });
}

```

```

        handler.post(new Runnable()
        {
            public void run()
            {
                // msnRespuesta = data;

                System.out.println("Dato disponible: " +data);
                String opc = ""+data.hashCode();
                //msnRespuesta = opc;
                tvOrgano.setText(""+opc);

                if(!opc.equals("1537179"))
                {
                    reproducirAudioAprendizaje( view: this, data);
                }

                else
                {
                }

            }
        });
    }
    else
    {
        readBuffer[readBufferPosition++] = b;
    }
}
}
catch (IOException ex)
{
    stopWorker = true;
}
});

workerThread.start();
}

```

Imagen 31. Captura del método usado para escuchar los datos enviados por Arduino a Android

Todo el anterior código fue tomado de stackOverFlow en la pregunta *How to receive serial data using android Bluetooth*. Cuyo usuario que respondió fue **Majdi_la** (Majdi_la, 2012) y se adaptó a las necesidades del proyecto.

Para reproducir los audios se utilizó la clase MediaPlayer de Android como lo muestra la imagen 32, en donde también se cambian las propiedades en cuanto a color y texto de los layout.

```
/*Cuando se ejecuta el metodo hasCode() convierte la cadena enviada por Arduino a un codigo,
 * es decir que el numero 3 que envío Arduino corresponde a 1594.
 * De igual manera para los demas organos.
 * Nota: Esta se hizo de esta manera ya que el comparar la cadena enviada por Arduino es decir
 *
 * IF(v.equals("3")) todo lo tomaba como falso y no entraba en el if
 *
 * */
if("1594".contentEquals(v))//Esófago
{
    makeText( context: this, text: "Esófago" ,Toast.LENGTH_SHORT).show();
    mp = MediaPlayer.create(this, descripcionOrganos[1]);//Toma el nombre del audio del arreglo
    mp.start();//Reproduce el audio

    /*Metodo escuchador que detecta cuando el audio ha terminado de reproducirse para quitarlo de la
     * memoria. Si no se hace esto al reproducir varios sonidos dejara de sonar y mostrara un error */
    mp.setOnCompletionListener(new MediaPlayer.OnCompletionListener() {
        public void onCompletion(MediaPlayer mp) {
            mp.release();
        }
    });
    clContenedor.setBackgroundColor(Color.parseColor( colorString: "#f0932b"));//Cambiar el color del contenedor
    tvOrgano.setText("Esófago");//Establece el nombre del organo en pantalla
}
```

Imagen 32. Captura del código para reproducir un audio

Interfaces de la aplicación

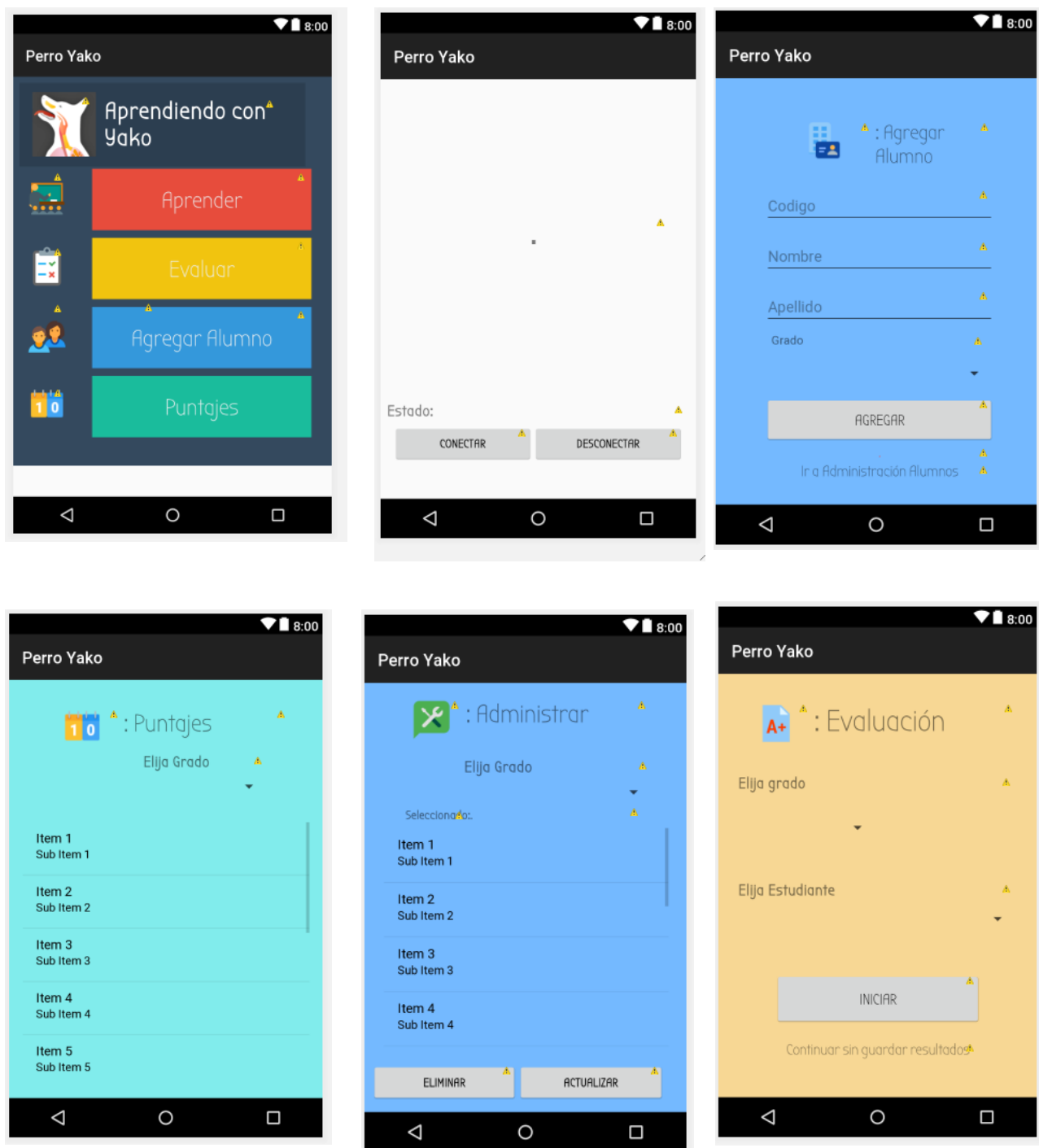


Imagen 33. Captura de las interfaces de la aplicación Android

Programación en NetBeans con Java

Las siguientes imágenes corresponden a capturas desde el entorno de desarrollo integrado NetBeans donde se programó la aplicación de escritorio.

Con la librería Panama_Hitek para Java se permite el recibir y enviar datos hacia la placa Arduino. Con el método *isMessageAvailable()* se reciben los datos. Todo el método se ejecuta en un hilo (thread) por lo que solo se ejecuta una vez hasta la terminación del programa.

```
private static final SerialPortEventListener listener = new SerialPortEventListener()
{
    @Override
    public void serialEvent(SerialPortEvent spe)
    {
        try{
            if(ino.isMessageAvailable())
            {
                String dato;
                dato = ino.printMessage();
                //System.out.println(dato);
                //JOptionPane.showMessageDialog(null, dato);
                System.out.println("Mensaje Disponible: " + dato );
            }
        }
    }
}
```

Imagen 34. Captura del método que recibe datos enviados desde Arduino

Como muestra la imagen 35, se utilizó un switch que dependiendo cada case reproduce el audio correspondiente, además se cambian las propiedades de la interfaz para que muestre el texto y cambie de color.

```

public void ensenanza(int opc)
{
    System.out.println("Switch Opción: " + opc );
    switch (opc) {
        case 3:
            audio.reproducirAudio("esofago");
            cambiarPropiedades("f0932b","Esófago");

            break;
        case 4:
            audio.reproducirAudio("estomago");
            cambiarPropiedades("9b59b6","Estómago");
            break;
        case 5:
            audio.reproducirAudio("higado");
            cambiarPropiedades("22a6b3","Higado");
            break;
        case 6:
            audio.reproducirAudio("intDelgado");
            cambiarPropiedades("ff7979","Intestino Delgado");
            break;
        case 7:
            audio.reproducirAudio("intGrueso");
            cambiarPropiedades("ffbl42","Intestino Grueso");
            break;
        case 8:
            audio.reproducirAudio("pancreas");
            cambiarPropiedades("f9ca24","Pancreas");
            break;
    }
}

```

Imagen 35. Captura del método que reproduce el audio del órgano seleccionado

En el ciclo while se reproducen las 5 preguntas que son elegidas al azar con el método *random* y se evalúa cuando es correcta o incorrecta enviando a Arduino la respuesta y reproduciendo un audio. *Imagen 36*.

```
while(pregunta <= 5)
{
    String[] NomAudio_Respuesta;

    System.out.println("Antes de dividir: " + preguntas[siguientePregunta]);
    NomAudio_Respuesta = preguntas[siguientePregunta].split("-");
    //System.out.println(NomAudio_Respuesta[0]);
    System.out.println(siguientePregunta + "-Despues de dividir: " + preguntas[siguientePregunta]);

    System.out.println(NomAudio_Respuesta[0]);
    System.out.println("Pregunta : " +pregunta + "-----");

    audio.reproducirAudio(NomAudio_Respuesta[0]);

    guardarNomAudioPregunta(NomAudio_Respuesta[0]);

    System.out.println("Audio para repetir: " + repetirPregunta);

    System.out.println("Reproduciendo: " + NomAudio_Respuesta[0] );
    try
    {
        {
            ino.sendData(NomAudio_Respuesta[1]); //Envia la respuesta al Arduino para que quede listo a escuc
            System.out.println("Respuesta enviada a Arduino: " + NomAudio_Respuesta[1]);
        }
        catch (ArduinioException | SerialPortException ex)
        {
            Logger.getLogger(Preguntas.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
        }
    }
}
```

Imagen 36. Captura del método que controla las cinco preguntas realizadas por voz


```

if(ino.isMessageAvailable())
{
    //cod = juegoPreguntas.txtCodigo.getText();
    String respuesta;
    respuesta = ino.printMessage();
    System.out.println("Mensaje disponible de Respuesta: " + respuesta );

    if(respuesta.equals("y"))
    {
        cambiarPropiedades("00b894", "Correcto", pregunta);
        audio.reproducirAudio(sonidoRespuestaCorrecta());
        System.out.println("Pregunta " +pregunta+ "- Respuesta: " + respuesta );
        control = 0;
        puntaje++;
        control = 0;
        pregunta++;
        Thread.sleep(4000);
    }


    else if(respuesta.equals("n"))
    {
        cambiarPropiedades("d63031", "Incorrecto", pregunta);
        audio.reproducirAudio(sonidoRespuestaIncorrecta());
        Thread.sleep(4000);
        System.out.println("Pregunta 1: Respuesta: " + respuesta );
        control = 0;
        pregunta++;
        /*
        if(puntaje >= 1)
        {
            puntaje--;
        }
        else
        {
        }
        */
    }
}

```


Imagen 37. Captura del código que evalúa si una respuesta es correcta o incorrecta


Capturas de la Interfaz de la aplicación







Aprendiendo con Yako


 Aprender

 Evaluar

 Agregar Alumno

 Ver Puntajes

Cambiar Puerto

 : Agregar Alumno

Codigo

Nombre

Apellido

Grado 1

AGREGAR

Ir a Administrar Alumnos



Aprendiendo con Yako

 Aprender

 Evaluar

 Agregar Alumno

 Ver Puntajes

Cambiar Puerto

Detalle Puntaje: Lesly Juanita Quintero

Fecha	Puntaje
2019-01-31 17:08:19.0	4
2019-02-01 09:25:25.0	5
2019-02-01 09:33:16.0	5
2019-02-01 10:05:01.0	2
2019-02-01 11:58:02.0	5
2019-02-01 12:23:19.0	1

ATRÁS



Aprendiendo con Yako

 Aprender

 Evaluar

 Agregar Alumno

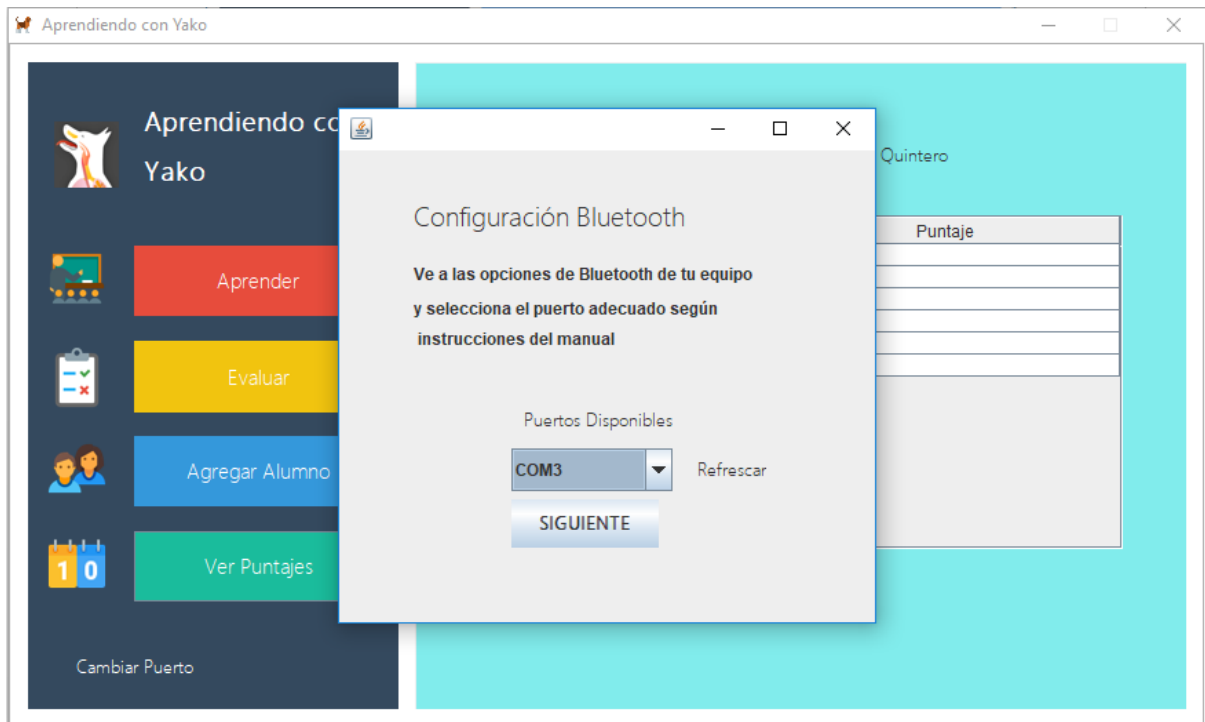
 Ver Puntajes

Cambiar Puerto

 : Puntajes

Elja Grado 2

Codigo	Nombre	Apellido
7892	Carolina	Fernandez



10.4. Pruebas de software

Una vez programado el software, se procedió a realizar las diferentes pruebas con el fin de comprobar los requerimientos planteados pero también el correcto funcionamiento del modelo con la aplicación.

10.4.1. Objetivo

Verificar el correcto funcionamiento de la herramienta Perro Yako según los requerimientos planteados.

10.4.2. Descripción del sistema

Perro Yako es una herramienta de apoyo para el aprendizaje de la anatomía del perro en su sistema digestivo y respiratorio a través de circuitos programados en un modelo con uso de una aplicación móvil y de escritorio.

10.4.3. Módulos del sistema a probar

El sistema está compuesto por 5 módulos que son:

Aprendizaje: Este módulo permite al alumno aprender el nombre y los conceptos de los órganos del modelo, realizando una conexión bluetooth para conectarse con el circuito y recibir las entradas de los sensores pulsados reproduciendo el audio correspondiente.

Evaluar: Tiene como objetivo evaluar los conocimientos adquiridos por el alumno a través de preguntas generadas por voz desde el sistema, y recibir la respuesta por parte del estudiante pulsando los sensores, validando de esta manera si la respuesta es correcta o incorrecta y guardando el resultado del puntaje si se requiere, es necesario la conexión bluetooth con el circuito electrónico.

Alumnos: En el cual se permite agregar, eliminar, o modificar alumnos al sistema. Encontramos 2 formularios uno para agregar un alumno y el otro para modificar el alumno.

Puntaje: En este módulo se pueden visualizar los puntajes registrados por cada alumno según las evaluaciones realizadas.

Sistema electrónico: Comprende todo el circuito electrónico donde está almacenado el programa para la comunicación con el sistema principal. Permite al alumno la interacción a través de sensores touch.

10.4.4. Formularios del aplicativo a probar

Agregar Alumno

Modificar Alumno

10.4.5. Metodología para la aplicación de las pruebas

Se implementa una metodología de pruebas de interfaz con pruebas de caja negra, con lo que se verificará a partir de las entradas al sistema las respuestas generadas que se validarán con los requerimientos planteados teniendo en cuenta el software de funcionamiento y el circuito electrónico.

Se escribió un documento tipo check list donde se especifican las funcionalidades del sistema a probar con los resultados obtenidos, y en caso de errores se documentará para mayor entendimiento y posterior arreglo.

10.4.6. Criterios de pruebas

En la siguiente tabla se establecen los criterios para cada caso de prueba:

Criterio	Descripción	Impacto
Conforme	El sistema funciona conforme al requerimiento planteado	
No conformidades de interfaz	El sistema funciona según requerimientos pero hay inconsistencias en el diseño (tipo y tamaño de letra, campos cortos, colores)	Medio
No conformidad de procesamiento	El sistema no funciona como se especificó en los requerimientos	Alto

Aceptación de las pruebas

Aprobado: Se aprobará el proyecto cuando se realicen la totalidad de las pruebas diseñadas con el 90% de ellas con resultado conforme.

Rechazado: Si menos del 90% de las pruebas tiene resultado exitoso, se dará por rechazado el proyecto.

10.4.7. Diseño de las pruebas

Formato pruebas de Software		Proyecto: Perro Yako	
Código Prueba:	1	Versión	1
Responsable:	Andrés Rico Valderrama		
Modulo:	Aprender		
Nombre de prueba:	Conexión bluetooth		
Descripción de la prueba:	Se evalúa si se establece la conexión entre el dispositivo y el circuito electrónico		
Formulario:	No aplica		
Caso de prueba 1:	Tipo de prueba: Caja blanca Objetivo: Verificar la conexión exitosa entre el sistema y el circuito electrónico.		
Entrada:	Bluetooth del dispositivo activado		
Resultado esperado:	Mensaje: Perro Yako conectado		
Resultado real:			
Criterio:			
Caso de prueba 2:	Tipo de prueba: Caja blanca		

	Objetivo: Verificar si el sistema valida cuando no está activado el bluetooth en el sistema.
Entrada:	Bluetooth del dispositivo no activado
Resultado esperado:	Solicitud de activar el bluetooth
Resultado real:	Solicitud del SO de activar bluetooth
Criterio:	Conforme

Formato pruebas de Software		Proyecto: Perro Yako	
Formato pruebas de Software	Proyecto: Perro Yako		
Código Prueba:	2	Versión	1
Responsable:	Andrés Rico Valderrama		
Modulo:	Aprender		
Nombre de prueba:	Funcionamiento aprender	Requerimiento: R2 – Describir órgano	
Descripción de la prueba:	Comprobar las funcionalidades del módulo aprender de manera que cuando se toquen los órganos en el modelo (circuito electrónico) se reproduzcan los sonidos correspondientes y se muestre en la pantalla LCD el nombre.		
Formulario:	No aplica		
Caso de prueba 1:	Tipo de prueba: Caja blanca Objetivo: Comprobar que cuando se toque un órgano el sonido sea acorde a lo seleccionado y se muestre el nombre en la pantalla LCD.		
Entrada:	Pulsar touch en el modelo de los órganos:		
	Esófago		
	Estomago		
	Hígado		
	Intestino delgado		
	Intestino grueso		
	Páncreas		
	Ano		
	Bilis		
	Bazo		
	Pulmones		
	tráquea		

Resultado esperado:	<ul style="list-style-type: none"> - Sonido que da el nombre del órgano y su funcionamiento - Nombre en pantalla LCD del modelo del órgano seleccionado
Resultado real:	<ul style="list-style-type: none"> - Sonido adecuado para órgano seleccionado - Nombre del órgano en pantalla LCD correcto
Criterio:	Conforme

Formato pruebas de Software		Proyecto: Perro Yako	
Código Prueba:	3	Versión	1
Responsable:	Andrés Rico Valderrama		
Modulo:	Evaluar		
Nombre de prueba:	Preguntas por voz	Requerimiento: R5 – Hacer preguntas por medio de voz	
Descripción de la prueba:	Verificar que se realizan las 5 preguntas por medio de voz siendo estas aleatorias, y que el alumno puede responder a cada una de ellas pulsando los sensores puestos en los órganos, también se debe evaluar si la respuesta es correcta mostrando un mensaje en la pantalla LCD y que alumbré el LED que está en el ojo del perro junto con un sonido asociado si es correcta o incorrecta la respuesta.		
Formulario:	No aplica		
Caso de prueba 1:	Tipo de prueba: Caja blanca Objetivo: Verificar si se hacen las 5 preguntas y si son aleatorias en cada caso de evaluar ANEXO		
Entrada:			
Resultado esperado:	Reproducción del audio con cada una de las preguntas aleatorias		
Resultado real:	Se reproducen las preguntas aleatoriamente		
Criterio:	Conforme		
Observación:	Aunque hay varias preguntas aleatorias, hay grupos de preguntas que se		

	repiten mas
Caso de prueba 2:	Tipo de prueba: Caja blanca Objetivo: Verificar que se puede responder a cada pregunta tocando los órganos.
Entrada:	Órgano seleccionado
Resultado esperado:	Reproducción del audio con la siguiente pregunta
Resultado real:	Se reproduce la siguiente pregunta
Criterio:	Conforme
Caso de prueba 3:	Tipo de prueba: Caja negra Objetivo: Comprobar si el sistema valida cada respuesta (correcta e incorrecta) mostrando un mensaje en la pantalla LCD, cambiando el color del LED del ojo del perro y reproduciendo un sonido asociado. ANEXO
Entrada:	Órgano seleccionado
Resultado esperado:	Mensaje pantalla LCD indicando respuesta correcta o incorrecta LED del ojo del perro color rojo o verde Reproducción del audio asociado al resultado de la respuesta
Resultado real:	Mensaje en pantalla LCD acorde Color del LED acorde a respuesta Reproducción de audio acorde a respuesta
Criterio:	Conforme
Caso de prueba 4:	Tipo de prueba: Caja blanca Objetivo: Comprobar que cada respuesta incorrecta dada por el alumno a cada pregunta es validada como incorrecta según <i>anexo 1. ANEXO</i>
Entrada:	Órgano seleccionado
Resultado esperado:	Según respuestas del documento
Resultado real:	Acorde al documento de las preguntas y respuestas
Criterio:	Conforme
Caso de prueba 5:	Tipo de prueba: Caja blanca

	Objetivo: Comprobar que cada respuesta correcta dada por el alumno a cada pregunta es validada como correcta según <i>anexo 1</i> .
Entrada:	Órgano seleccionado
Resultado esperado:	Mensaje pantalla LCD indicando que la respuesta fue correcta LED del ojo del perro de color verde Reproducción de un audio asociado a una respuesta correcta
Resultado real:	Todas las preguntas son tomadas como correctas de acuerdo a documento
Criterio:	Conforme

Formato pruebas de Software		Proyecto: Perro Yako	
Código Prueba:	4	Versión	1
Responsable:	Andrés Rico Valderrama		
Modulo:	Evaluar		
Nombre de prueba:	Guardar puntaje	Requerimiento:	R7 – Registrar puntaje
Descripción de la prueba:	Comprobar que se calculan y guardan los puntajes cuando un alumno responde a las preguntas hechas por voz		
Formulario:	Evaluación (para elegir estudiante antes de comenzar prueba)		
Caso de prueba 1:	Tipo de prueba: Caja blanca Objetivo: Verificar que se muestra la lista de alumnos previamente agregados cuando se selecciona un grado.		
Entrada:	Elegir el grado desde la lista		
Resultado esperado:	- Muestra lista de alumnos asociados al grado elegido - Muestra un mensaje indicando que se ha seleccionado un alumno de la lista. (Siempre es el primero de lista) - Se activa el botón Iniciar		
Resultado real:	Conforme a resultado esperado		

Criterio:	Conforme
Caso de prueba 2:	<p>Tipo de prueba: Caja blanca</p> <p>Objetivo: Verificar que se puede elegir un alumno antes de comenzar la sesión de preguntas según los alumnos registrados por grado.</p>
Entrada:	Elegir el alumno desde la lista
Resultado esperado:	<ul style="list-style-type: none"> - Muestra un mensaje con el nombre del alumno seleccionado - Se activa el botón Iniciar
Resultado real:	Conforme a resultado esperado
Criterio:	Conforme
Caso de prueba 3:	<p>Tipo de prueba: Caja blanca</p> <p>Objetivo: Confirmar que se guarda el puntaje para el alumno seleccionado de la lista una vez finalizan las preguntas</p>
Entrada:	Elegir el alumno desde la lista
Resultado esperado:	<p>Muestra un mensaje cuando se finalizan las preguntas indicando el puntaje obtenido y que este ha sido guardado.</p> <p>Se guarda el puntaje del alumno (se puede ver en el módulo puntajes)</p>
Resultado real:	Conforme a resultado esperado
Observación:	En la aplicación móvil se ve muy rápido
Criterio:	Conforme
Caso de prueba 4:	<p>Tipo de prueba: Caja blanca</p> <p>Objetivo: Verificar que cuando se responden todas las preguntas correctamente su resultado final es 5</p>
Entrada:	Seleccionar todas las respuestas correctas
Resultado esperado:	<p>Muestra un mensaje cuando se finalizan las preguntas indicando que el puntaje obtenido es 5 y que este ha sido guardado.</p> <p>Se guarda el puntaje del alumno (se puede ver en el módulo puntajes) el cual debe ser 5.</p>
Resultado real:	Conforme a resultado esperado

Criterio:	Conforme
Caso de prueba 5:	Tipo de prueba: Caja blanca Objetivo: Verificar que cuando se responden todas las preguntas incorrectamente su resultado final es 0
Entrada:	Seleccionar todas las respuestas incorrectas
Resultado esperado:	Muestra un mensaje cuando se finalizan las preguntas indicando que el puntaje obtenido es 0 y que este ha sido guardado. Se guarda el puntaje del alumno (se puede ver en el módulo puntajes) el cual debe ser 0
Resultado real:	Conforme a resultado esperado
Criterio:	Conforme
Caso de prueba 6:	Tipo de prueba: Caja blanca Objetivo: Verificar que se pueden iniciar las preguntas sin elegir ningún alumno de la lista y que no se guardan datos
Entrada:	Seleccionar la opción en el sistema <i>Continuar sin guardar resultados</i>
Resultado esperado:	Inician las 5 preguntas El alumno puede responder Al finalizar las preguntas muestra un mensaje indicando el puntaje obtenido pero no se guarda nada
Resultado real:	Conforme a resultado esperado
Criterio:	Conforme

Formato pruebas de Software		Proyecto: Perro Yako	
Código Prueba:	5	Versión	1
Responsable:	Andrés Rico Valderrama		
Modulo:	Alumnos		
Nombre de prueba:	Registrar Alumno	Requerimiento: R6 – Registrar alumno	
Descripción de la	Comprobar que se pueden agregar alumnos al sistema		

prueba:	
Formulario:	Agregar Alumno
Caso de prueba 1:	Tipo de prueba: Caja blanca Objetivo: Validar si la información del alumno se guarda correctamente
Entrada:	Código: 12345 Nombre: Evelin Apellido: Lancheros Grado: 1
Resultado esperado:	- Mensaje que indica que el alumno fue registrado
Resultado real:	Conforme a resultado esperado
Criterio:	Conforme
Caso de prueba 2:	Tipo de prueba: Caja blanca Objetivo: Verificar si el sistema valida cuando se dejan los campos en blanco
Entrada:	Código: Nombre: Apellido: Grado:
Resultado esperado:	- Muestra un mensaje indicando que debe llenar todos los campos
Resultado real:	Conforme a resultado esperado
Criterio:	Conforme
Caso de prueba 3:	Tipo de prueba: Caja blanca Objetivo: Verificar si el sistema realiza validaciones al ingresar datos no validos
Entrada:	Código: --;*/- Nombre: Karen Apellido: Robles Grado:1

Resultado esperado:	<ul style="list-style-type: none"> - Muestra un mensaje indicando que el código debe corresponder solo a números - En la aplicación de escritorio al escribir letras no permite ingresarlos
Resultado real:	Conforme e resultado esperado
Criterio:	Conforme
Caso de prueba 4:	Tipo de prueba: Caja blanca Objetivo: Verificar que cuando se ingresa un alumno con un código ya guardado en la base de datos el sistema hace la validación
Entrada:	Código: 12345 Nombre: Evelin Apellido: Lancheros Grado: 1
Resultado esperado:	Muestra un mensaje indicando que el alumno ya está registrado en la base de datos
Resultado real:	Conforme a resultado esperado
Criterio:	Conforme

Formato pruebas de Software		Proyecto: Perro Yako	
Código Prueba:	6	Versión	1
Responsable:	Andrés Rico Valderrama		
Modulo:	Alumnos		
Nombre de prueba:	Mostrar Alumnos	Requerimiento: R11 – Mostrar Alumnos	
Descripción de la prueba:	Verificar que se pueden visualizar todos los alumnos por grado en la vista <i>Administrar</i>		
Formulario:	No aplica		
Caso de prueba 1:	Tipo de prueba: Caja blanca Objetivo: Verificar que cuando se dirige a la vista <i>administrar alumnos</i>		

	se puede escoger el grado y se muestran los alumnos asociados al grado
Entrada:	Elegir el grado desde la lista
Resultado esperado:	Muestra todos los alumnos asociados al grado elegido
Resultado real:	Conforme a resultado esperado
Criterio:	Conforme

Formato pruebas de Software		Proyecto: Perro Yako	
Código Prueba:	7	Versión	1
Responsable:	Andrés Rico Valderrama		
Modulo:	Alumnos		
Nombre de prueba:	Modificar Alumno	Requerimiento: R9 – Modificar Alumno	
Descripción de la prueba:	Verificar que se pueden modificar los datos anteriormente guardados y que se actualizan en el sistema correctamente		
Formulario:	Actualizar Alumno		
Caso de prueba 1:	Tipo de prueba: Caja blanca Objetivo: Comprobar que los datos modificados son guardados en la base de datos		
Entrada:	Nombre: Evelin Dayana Apellido: Lancheros Grado: 5		
Resultado esperado:	Muestra un mensaje indicando que se actualizó el alumno		
Resultado real:	Conforme a resultado esperado		
Criterio:	Conforme		

Formato pruebas de Software		Proyecto: Perro Yako	
Código Prueba:	8	Versión	1
Responsable:	Andrés Rico Valderrama		
Modulo:	Alumnos		
Nombre de prueba:	Eliminar Alumno	Requerimiento: R10 – Eliminar Alumno	
Descripción de la prueba:	Verificar que se puede eliminar un alumno del sistema en la vista <i>Administrar Alumnos</i>		
Formulario:	No aplica		
Caso de prueba 1:	Tipo de prueba: Caja blanca Objetivo: Comprobar que el alumno es eliminado		
Entrada:	Alumno seleccionado de la lista		
Resultado esperado:	Muestra un mensaje indicando que el alumno ha sido eliminado		
Resultado real:	Conforme a resultado esperado		
Criterio:	Conforme		

Formato pruebas de Software		Proyecto: Perro Yako	
Código Prueba:	9	Versión	1
Responsable:	Andrés Rico Valderrama		
Modulo:	Puntajes		
Nombre de prueba:	Ver puntajes	Requerimiento: R8 – Ver puntajes	
Descripción de la prueba:	Verificar que se muestran los puntajes de cada alumno		
Formulario:	No aplica		
Caso de prueba 1:	Tipo de prueba: Caja blanca		

	Objetivo: Comprobar que se muestran los puntajes de cada alumno por grado con fecha de presentación de la evaluación y puntaje
Entrada:	Alumno seleccionado de la lista
Resultado esperado:	Muestra todos los puntajes del alumno seleccionado
Resultado real:	Conforme a resultado esperado
Criterio:	Conforme

Formato pruebas de Software		Proyecto: Perro Yako	
Código Prueba:	10	Versión	1
Responsable:	Andrés Rico Valderrama		
Modulo:	Sistema electrónico		
Nombre de prueba:	Cambiar modo	Requerimiento: R3 – Cambiar modo aprendizaje. R4 – Cambiar modo preguntas	
Descripción de la prueba:	Verificar que el sistema electrónico cambia de modo pulsando el botón <i>Modo</i> que está en el modelo		
Formulario:	No aplica		
Caso de prueba 1:	Tipo de prueba: Caja blanca Objetivo: Verificar que el sistema electrónico cambia de modo		
Entrada:	Pulsar botón <i>Modo</i> del modelo		
Resultado esperado:	Muestra un mensaje en la pantalla LCD indicando el estado del modo: Aprendizaje o Preguntas		
Resultado real:	Conforme a resultado esperado		
Criterio:	Conforme		

Después de las pruebas realizadas, los requerimientos definidos se ajustan a los planteados inicialmente.

10.5. Documentación

Partiendo de la importancia que tiene la documentación en los proyectos de software, para poder dar continuidad y aplicar mejoras, se construyen los respectivos manuales de usuario del programador.

10.5.1. Manual de usuario

Documento Manual de usuario. Anexo 3

10.5.2. Manual del programador

Documento Manual del programador. Anexo 4

Fase 3

11. Análisis de resultados

De acuerdo a las fases del proyecto y una vez construido el modelo, se procedió a probarlo en compañía de niños de 8 y 12 años respectivamente y una niña de 10 años, todos residentes de la ciudad de Bogotá del barrio San Jorge; el modelo se utilizó en la biblioteca Gabriel García Márquez ubicada en el Parque el Tunal.

Para la recolección de datos se realizó primeramente una observación directa, en donde el encargado del proyecto analizaba los comportamientos de cada niño frente a la manipulación del modelo y tomaba un registro fotográfico. Posteriormente se procedió a aplicar una encuesta a los niños para que calificaran como había sido la experiencia utilizando el modelo.

A continuación, se presentan los resultados de la observación directa y el análisis de la encuesta. Primeramente en la tabla 5 se encuentra un instructivo que contiene los pasos

que se siguieron para llevar a cabo la observación y las preguntas que se plantearon con el fin de tener presente las situaciones y poder registrarlas.

INSTRUCTIVO DE LA OBSERVACIÓN				
Proyecto:	YAKO, MODELO ELECTRÓNICO SISTEMATIZADO COMO APOYO EN EL APRENDIZAJE DE LA ANATOMÍA DEL PERRO EN SUS SISTEMAS DIGESTIVO		Observadores:	Andrés Rico Valderrama
Lugar:	Biblioteca Gabriel García Márqués			
Objetivo:	Analizar el comportamiento de los niños mientras interactúan con la herramienta Yako		Situación:	Los estudiantes se encuentran en la clase de anatomía en donde aprender acerca del sistema digestivo y respiratorio del perro usando la herramienta Yako como apoyo
Instrucciones:	1	Se solicita a los niños acercase a la Biblioteca Gabriel García Márquez ubicada en el parque el Tunal de Bogotá		
	2	Previamente se elige una de las áreas de la Biblioteca donde se lleva a cabo el proceso de enseñanza		
	3	Al iniciar el proceso de enseñanza se da inicio al proceso de recolección de los datos observables mediante la tabla de observación.		
	5	Es organizada y clasificada la información obtenida.		
	6	Es realizado el análisis de los datos observables (Información) para concluir lo que se requiere conocer.		
	7	En base a la información obtenida, previamente analizada, se ejecuta la etapa de evaluación, con el fin de formular o proponer como recomendaciones, los posibles cambios que pueden ser aplicados.		
Temas	1	Los estudiantes.	1.1	¿Se muestran interesados los niños al ver a Yako?
			1.2	¿Prestan mas atención cuando la maestra esta explicando con ayuda de Yako?
			1.3	¿Es la actitud del niño alegre o expectante cuando se acerca a interactuar con Yako?
			1.4	¿La reacción que tiene el niño cuando escucha el nombre del órgano y su descripción es de demostrar entender?
			1.5	¿Las preguntas realizadas por Yako son entendibles en su forma de redacción?

Tabla 5. *Instructivo de la observación*

11.1. Registro de la observación

Proyecto: Yako, modelo electrónico sistematizado como apoyo en el aprendizaje de la anatomía del perro en sus sistemas digestivo y respiratorio

Observadores: *Andrés Rico Valderrama*

Lugar: *Biblioteca Gabriel García Márquez*

Escena: Los estudiantes se encuentran en la clase de anatomía en donde aprender acerca del sistema digestivo y respiratorio del perro usando la herramienta Yako como apoyo

Hora inicio: *10:31 am.*

Hora final: *11:10 am.*

11.1.1. Descripción observación directa

10:31: Se da inicio a la sesión de aprendizaje sobre el sistema digestivo y respiratorio del perro con los estudiantes.

10:32: Se da una breve introducción a los niños de lo que significa el sistema digestivo y respiratorio, se utiliza primeramente la ayuda de libros.



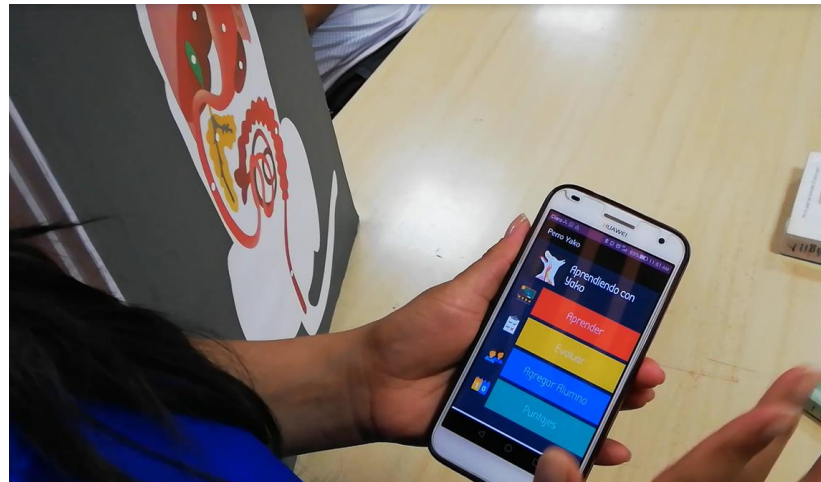


10:40: Se muestra a Yako a los niños, se les cuenta en que consiste la herramienta y como funciona.

10:42: Se empieza a utilizar a Yako en el modo de aprendizaje, en donde cada estudiante va pasando y va tocando los órganos de Yako. En cada intervención se da una aclaración más a profundidad que permita un mejor entendimiento por parte de los niños en cuanto al funcionamiento de los órganos.



10:52: Una vez terminado el modo de aprendizaje, se inicia con el proceso evaluativo utilizando a Yako en modo evaluación. Como primer paso se les explica como ellos deben responder a cada pregunta y se hace un ejemplo en el cual todos participan diciendo la respuesta correcta.



10:55: Los niños escuchan atentamente cada pregunta y responden tocando en los órganos de Yako.





11:10: Se da por terminado la sesión de aprendizaje y por interés de los niños se les muestra la parte interna electrónica de Yako.

11.1.2 Bloque interpretativo

Los estudiantes se encuentran a la expectativa sobre la invitación que les fue hecha para conocer una herramienta de aprendizaje de la anatomía del perro. En la primera intervención cuando se da una introducción sobre la anatomía ellos están prestando atención sin expresar emociones o entusiasmo por lo que se les dice.

Cuando se presenta la herramienta Yako, demuestran un interés ya que miran a Yako y se pregunta qué es y para qué sirve. Cuando se les explica el funcionamiento expresan: “ay tan chévere”, lo que muestra que a primera vista la herramienta fue atractiva y novedosa para los niños, pues generó inquietud e intención de saber cómo funcionaba.

Cuando los estudiantes pasaron a tocar los órganos de Yako y percibieron que apenas tocaban un órgano se reproducía un audio indicando a que selección correspondía, sonreían, lo que se percibe que genera una emoción en ellos por ser algo nuevo, por una forma distinta de aprender.

Cuando se inició la parte evaluativa a través de Yako, en lo niños se mostró que eran muy listos para responder, pues la mayoría de las preguntas las respondieron bien cada uno de ellos, lo que demuestra que las preguntas eran entendibles a ellos.

11.1.3. Bloque temático

En esta sección se adjuntan las tablas realizadas con escalas numéricas que califican a término general y según las conclusiones del observador, el comportamiento de los estudiantes en el medio establecido de esta observación, donde las puntuaciones son de “1” a “5”, siendo 1 descalificativo y 5 muy calificativo.

Respuesta a preguntas a partir de la observación						
Item / Escala	1	2	3	4	5	Observación
1.1 ¿Se muestran interesados los niños al ver a Yako?						Los estudiantes mostraron interés al ver la herramienta, pues preguntaron que era y cómo funcionaba.
1.2 ¿Prestan más atención cuando la maestra está explicando con ayuda de Yako?						En comparación a cuando se inició la actividad con la ayuda de libros y el uso de Yako, se observó que los niños se encontraron más atentos al ver como cada uno de ellos pasaba a tocar los órganos de Yako, pues se les veía a la expectativa de qué sería lo que iba a decir cuando se pulsaba cada sensor.
1.3 ¿Es la actitud del niño alegre o expectante cuando se acerca a interactuar con Yako?						Se les notaba sonrientes y miraban a Yako de arriba abajo, lo que demuestra interés por parte de cada uno de ellos.
1.4 ¿La reacción que tiene el niño cuando escucha el nombre del órgano y su descripción es de						En las definiciones de algunos órganos se veía que los niños quedaban sin entender completamente la función,

demostrar entendimiento en lo que se dice?					pues se quedaban mirando a la instructora, pero aunque sucedió esto no es de preocuparse ya que la herramienta tiene el propósito de ser un apoyo, en donde el maestro también interviene para aclarar más temas.
1.5 ¿Las preguntas realizadas por Yako son entendibles en su forma de redacción?					Puesto que la mayoría de las preguntas acertadas estuvieron entre 3 y 4 del total de las 5, se notó que no hubo problemas en la redacción de las mismas

Tabla 6. Respuestas a partir de la observación en los escenarios con la herramienta Yako.

11.2.1 Encuesta

Las preguntas que se les plantearon a los niños a través de la encuesta fueron las siguientes:

Encuesta de percepción sobre el uso de Yako como apoyo en el aprendizaje de la anatomía	
1. ¿En alguna otra clase había tenido una herramienta similar para el apoyo en el aprendizaje como Yako?	<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO
2. ¿Piensa que el uso de la tecnología hace más interesante el aprendizaje en las diferentes materias del colegio?	<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO
3. ¿Le gustaría tener otra herramienta similar a Yako para el apoyo en el aprendizaje en otra materia del colegio?	<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO

4. De 1 a 5 responda que tan interesante fue el uso de Yako para el aprendizaje de la anatomía del perro	<input type="radio"/> 1 Poco interesante <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 Muy interesante
5. Responda como le pareció el proceso evaluativo en el cual Yako hace preguntas por medio de voz y usted puede responder tocando los órganos	<input type="radio"/> 1 Común y regular <input type="radio"/> 2 Nada distinto <input type="radio"/> 3 Normal <input type="radio"/> 4 Chévere <input type="radio"/> 5 Genial y novedoso
6. ¿Le pareció que Yako hizo distinto el proceso de aprendizaje?	<input type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO
7. ¿Fue divertido interactuar con Yako para el aprendizaje de la anatomía?	<input type="radio"/> 1 Nada divertido <input type="radio"/> 2 Poco divertido <input type="radio"/> 3 Normal <input type="radio"/> 4 Divertido <input type="radio"/> 5 Muy divertido

Tabla 7. Encuesta para los estudiantes

Análisis final

En la primera pregunta los niños expresaron que en ninguna otra materia habían tenido una herramienta o apoyo similar para el desarrollo de sus clases, lo que dice que Yako fue algo totalmente nuevo para ellos.

Cuando se compara la segunda pregunta, los niños piensan que el uso de la tecnología hace más interesante el aprendizaje, lo que demuestra que la inmersión de la tecnología hace dinámico e interactivo la forma de aprender, pues es por lo que ellos están rodeados, pues así la tercera pregunta lo afirma cuando manifiestan que quisieran tener una herramienta para el apoyo en el aprendizaje en otra de las materias de su colegio.

El interés que tuvieron los niños por interactuar con Yako lo califican como interesante y divertido, según las respuestas de las preguntas cuatro y siete, que con una nueva forma de evaluar el conocimiento que aportó Yako, lo posiciona entre la calificación de *chévere* y

Genial y novedoso, corroborando que la herramienta facilitó la interactividad y despertó el interés de los niños en el aprendizaje de la anatomía, partiendo de que el interés de ellos por aprender comienza por la diversión.

12. Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros

12.1. Conclusiones

Con el desarrollo del proyecto a partir de la investigación aplicada, se implementaron los conocimientos y herramientas de la electrónica y la ingeniería de sistemas, con el fin de construir la herramienta de apoyo para el estudiante en el aprendizaje de la anatomía del perro en sus sistemas digestivo y respiratorio; una herramienta que tiene el propósito de ser motivante, dinámica e interactiva en el aula de clase para los niños y niñas.

Para el cumplimiento del objetivo principal del proyecto, se construyó un modelo físico del perro con la ayuda de componentes electrónicos como sensores touch, un Led RGB, una pantalla LCD y una placa Arduino, que se complementa para su funcionamiento con una aplicación móvil para sistema operativo Android y una aplicación de escritorio multiplataforma.

Teniendo en cuenta lo anterior se concluye que:

- La tecnología aporta a la interactividad e interés de los niños por aprender, pues al ver algo fuera de lo común sienten interés por saber cómo funciona, que hace y como pueden utilizarlo.

- Se transforma la forma común de la enseñanza en el área de anatomía aportando dinamismo e interactividad, siendo un apoyo también para el maestro en el aula de clase
- La herramienta aporta otra forma de evaluar el conocimiento a través de la tecnología siendo divertida para los niños.

12.2. Recomendaciones

En cuanto al modelo electrónico se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Guardar en un lugar que no contenga humedad para cuidar los componentes y la imagen frontal del perro.
- Cuando se transporte se debe descargar con mucho cuidado ya que golpes fuertes puede ocasionar daños que impiden que funcione correctamente.
- Intentar no tocar o mover los componentes electrónicos de la parte interna del modelo para que no causen malos funcionamientos.

12.3. Trabajos futuros

Como trabajos futuros a implementar en el proyecto se consideran los siguientes:

1. En el modelo cabría la posibilidad de hacer una especie de orificio en la parte superior para poner el celular de tal manera que quede visible al niño, además que

en la aplicación se implementen más imágenes o contenido interactivo que aporte más al aprendizaje.

2. Implementar servomotores para que la cabeza y la cola del perro se muevan.
3. Añadir más diodos leds de colores en los diferentes órganos del perro para que alumbren al momento de pulsarlos.
4. Usar la tecnología de la realidad aumentada con el fin de observar las partes internas de los órganos.
5. A la aplicación de escritorio se le debe insertar una base de datos embebida para que evite inconvenientes en la instalación de otros programas.

13. Bibliografía

Antawara, G. (03 de Mayo de 2015). Obtenido de

<https://www.youtube.com/watch?v=d4Nif4pAfVo>

ArcMap. (s.f). *ArcMap*. Obtenido de

<http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/analyze/python/what-is-python-.htm>

Arduino. (2017). *Arduino*. Obtenido de <https://www.arduino.cc/en/Guide/HomePage>

autor, E. (2019).

CriticalCareDVM. (29 de Diciembre de 2014). *Critical Care DVM*. Obtenido de

<http://criticalcaredvm.com/chronic-bronchitis-dogs-nagging-cough/>

Dog, P. P. (s.f.). *Pet Pug Dog*. Obtenido de <http://www.petpugdog.com/pug-breathing-problems>

Doutel, F. (2013). *Xataka Home*. Obtenido de <https://www.xatakahome.com/trucos-y-bricolaje-smart/cubieboard-primeras-impressiones-del-rival-de-la-raspberry-pi>

elmundodelperro. (s.f.). *El mundo del perro*. Obtenido de

<http://www.elmundodelperro.net/noticia/452/enfermedades/vias-respiratorias.html>

Esdeperros. (s.f). *El blog de los perros*. Obtenido de <http://esdeperros.com/2010/12/como-funciona-el-sistema-digestivo-de.html>

Expósito, M. (01 de Mayo de 2015). *Paradais Sphynx*. Obtenido de

<https://mamiferos.paradais-sphynx.com/informacion/aparato-digestivo-mamiferos-gatos-y-perros.htm>

FM, Y. (2018). *Xataka*. Obtenido de <https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>

Frandsen, R. D., & Spurgeon, T. L. (1995). Anatomía y Fisiología de los Animales

Domesticos. En R. D. Frandsen, & T. L. Spurgeon. Mexic D.F.: McGrown-Hill.

Gonzalez, S. (25 de Mayo de 2014). Obtenido de

<https://www.youtube.com/watch?v=o3nSLq1VDqk>

- Jack, C., Waston, P., & Donovan, M. (2004). *Guía de Medicina Veterinaria Canina y felina*. En P. W. Candyce Jack, *Guía de Medicina Veterinaria Canina y felina* (págs. L-1). Mexico: McGraw-Hill Interamericana.
- Majdi_la. (17 de 12 de 2012). *Stack Overflow*. Obtenido de <https://stackoverflow.com/questions/13450406/how-to-receive-serial-data-using-android-bluetooth>
- Massimino, L. (30 de Mayo de 2010). *Laura Massimino*. Obtenido de <http://www.lauramassimino.com/proyectos/webquest/1-2-teoria-constructivista-del-aprendizaje>
- O'Keefe, L. (s.f.). *Science Source images*. Obtenido de <https://www.sciencesource.com/CS.aspx?VP3=SearchResult&ITEMID=SS2241509#/SearchResult&ITEMID=SS2241509>
- OKHosting. (s.f.). *OK Hosting*. Obtenido de https://okhosting.com/blog/metodologias-del-desarrollo-de-software/#Que_es_un_Metodo
- OZ, C. (7 de Mayo de 2017). Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=wIF5Fu_c-FE&t=10s
- Prometec. (2014). *Prometec*. Obtenido de <https://www.prometec.net/pcduinos/#>
- RaspberryPi. (2019). *RaspberryPi*. Obtenido de <https://www.raspberrypi.org/products/>
- Santana, M. S. (21 de Abril de 2004). La enseñanza de las matematicas y las Ntic. Una estrategia de formación permanente. *Tesis doctoral*. Tarragona. Obtenido de <http://www.tdx.cat/handle/10803/8927>
- Santiago, R. (11 de Enero de 2016). *The flipped woorssep*. Obtenido de <https://www.theflippedclassroom.es/del-aprendizaje-activo-al-aprendizaje-interactivo/>
- Scientific, 3. (s.f.). Sistema digestivo. *Educación Medica*, 36-45. Obtenido de https://www.3bscientific.com/medialibrary/downloads/Medical_SAP_ES.pdf
- University, W. S. (s.f.). *Washigton State University*. Obtenido de <http://www.vetmed.wsu.edu/outreach/Pet-Health-Topics/categories/cat-and-dog-anatomy/respiratory-system-of-the-dog>

Vergara, C. (11 de Septiembre de 2017). *Actualidad en Psicología*. Obtenido de <https://www.actualidadenpsicologia.com/vygotsky-teoria-sociocultural/>

Visual, D. (et at). *Diccionario Visual*. Obtenido de <https://infovisual.info/es/biologia-animal/anatomia-interna-de-un-perro>

Viu. (9 de Marzo de 2015). *Universidad Internacional de Valencia*. Obtenido de <https://www.universidadviu.es/el-aprendizaje-por-descubrimiento-de-bruner/>

w3school. (s.f). *w3school*. Obtenido de https://www.w3schools.com/java/java_intro.asp

14. Anexos

Anexo 1: Funcionamiento de la voz que describe los órganos

Función descripción de órganos

Para desarrollar la manera cómo va a responder el sistema cuando se pulsen los sensores, se hace una descripción de lo que contiene cada audio que corresponde a cada órgano. Para poder convertir este texto redactado en sonido, se hace necesario utilizar el mecanismo de texto a voz de la página LumenVox (www.lumevox.com) que ofrece prueba de funcionamiento, en donde al ingresar texto en un campo y reproducirlo, lo convierte en voz. La herramienta permite elegir diferentes tipos de idiomas y acentos de voces.

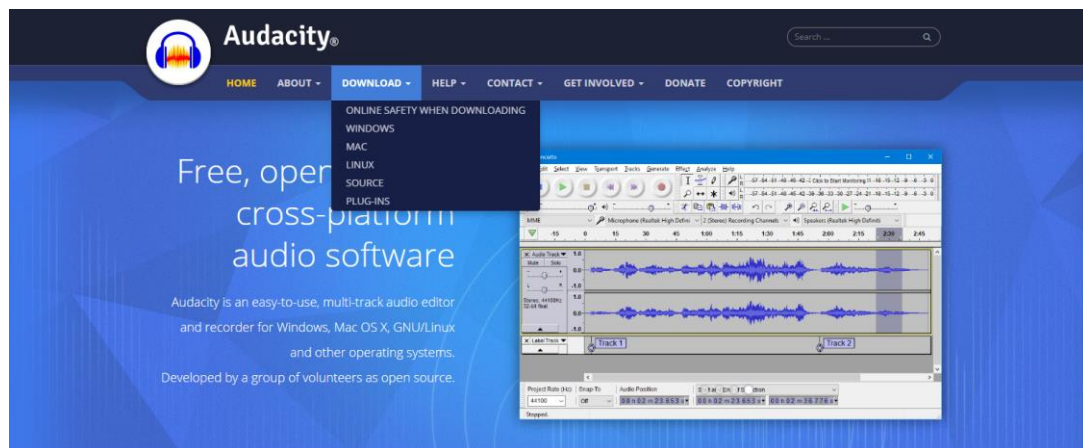
1. Primeramente se redacta la descripción que va asociada a cada órgano para cuando el sistema esté en modo aprendizaje:

Órgano	Descripción del audio	Audio
Esófago	Esófago. Es una parte del tubo digestivo que comunica la faringe con el estómago, Por el esófago desciende la comida ya triturada conocida también como bolo alimenticio.	esofago.wav
Estómago	Estómago. Caracterizado por ser largo y ancho. Se comunica con el intestino delgado por un lado, y por el otro con el esófago por medio de una válvula conocida como cardias.	estomago.wav
Hígado	Hígado. Es la glándula más grande del cuerpo y tiene varias funciones importantes: Elabora la bilis que es necesaria para la digestión y absorción de las grasas.	higado.wav

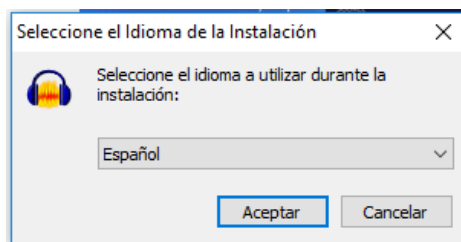
	Otra función es actuar como desintoxicante. También almacena vitaminas. Además, es el responsable de eliminar de la sangre las sustancias tóxicas.	
Intestino delgado	Intestino delgado. Se une con el estómago y con el intestino grueso, compuesto por capas mucosas, submucosas y musculares. Este se divide en 3 partes. Duodeno, yeyuno e íleon. El Duodeno. Se encarga de la digestión de los alimentos y nutrientes, aquí es donde el hígado y el páncreas vierten sus jugos para ayudar en el proceso.	intDelgado.wav
Intestino grueso	Intestino grueso: Es la parte final del sistema digestivo, su función es producir las heces fecales. Se divide en tres partes: Ciego, colon y recto. Actúa también como un absolvedor pero en gran medida de agua, vitaminas y minerales.	intGrueso.wav
Páncreas	Páncreas: Evacúa enzimas fundamentales para la digestión de los hidratos de carbono, las proteínas y los lípidos.	pancreas.wav
Ano	Ano: Conformado por dos músculos, el primero situado internamente es involuntario, y otro exterior que es voluntario. En los perros existen unos sacos perianales que derraman un químico sebáceo con un olor característico que tiene como función marcar territorio.	ano.wav
Bilis	Bilis: Está formada por agua, pigmento y sales biliares que se encargan de disolver las grasas para que su procesamiento sea más sencillo.	bilis.wav

Bazo	<p>Bazo: Ayuda en el buen funcionamiento de los ganglios linfáticos y el sistema inmunológico.</p> <p>También tiene la capacidad de eliminar o remover las células de sangre de edad avanzada o partículas presentes en la sangre</p>	bazo.wav
Pulmones	<p>Pulmones: La función es realizar el intercambio gaseoso con la sangre, Internamente se divide en alveolos, seguido de los capilares que</p> <p>Permite el intercambio gaseoso, es decir, en su interior la sangre elimina el dióxido de carbono y recoge oxígeno</p>	pulmones.wav
Tráquea	<p>Tráquea: Consiste en un tubo formado por varios anillos de tipo cartílago. Esta llega hasta la parte donde está el corazón y allí se divide en dos bronquios que van hacia cada pulmón, La tráquea es una vía abierta al aire inhalado y exhalado desde los pulmones.</p>	traquea.wav

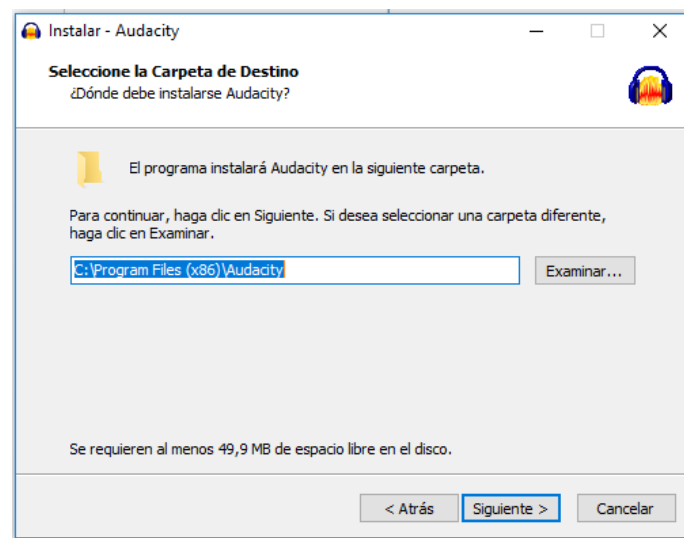
2. Con ayuda del programa Audacity se captura el audio cuando este es reproducido desde la página LumenVox para posteriormente poderlo guardar.
- 2.1. Audacity es un editor de audio Open Source que puede ser descargado desde su página oficial <https://www.audacityteam.org/>. Está disponible para sistemas operativos Windows, Linux y Mac.



2.2. Cuando haya descargado el ejecutable inicie el proceso de instalación:



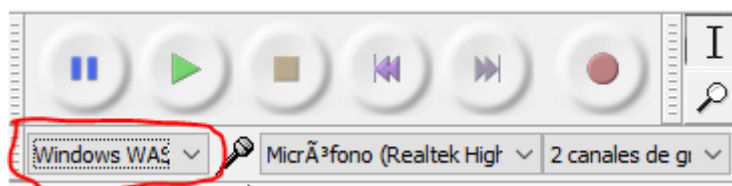
2.3. De clic en siguiente y elija una ruta de instalación



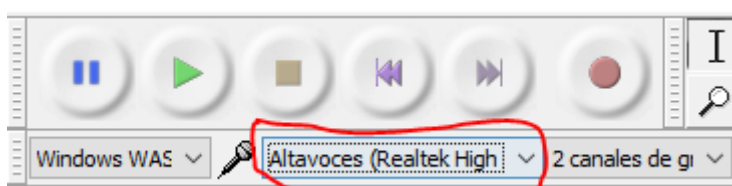
2.4. Cuando termine la instalación de Audacity ejecute la aplicación

3. Para que Audacity capture el audio que es reproducido internamente por el computador hay que configurarlo de la siguiente manera:

3.1. Elija la opción **Windows WASAPI** en el menú desplegable *servidor de audio*

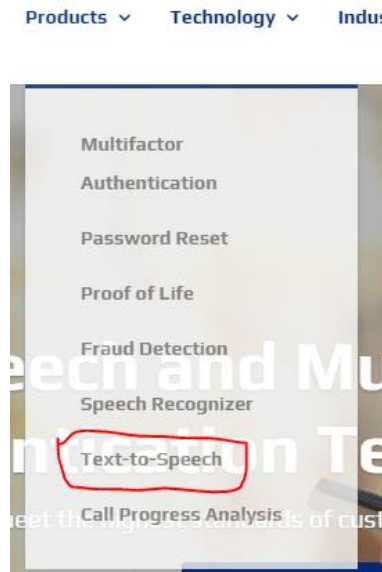


3.2. Como dispositivo de grabación elija la opción **Altavoces**

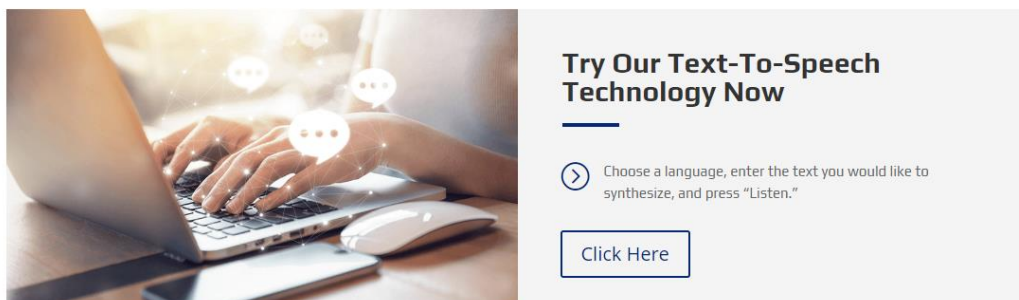


Nota: Si al realizar la anterior configuración y empezar la grabación nota que no se está grabando nada, intente jugar modificando las dos opciones anteriores hasta conseguirlo.

4. Ahora dirijase a la página LumenVox <https://www.lumenvox.com/> y en el menú **Products** de clic en la opción **Text-To-Speech**

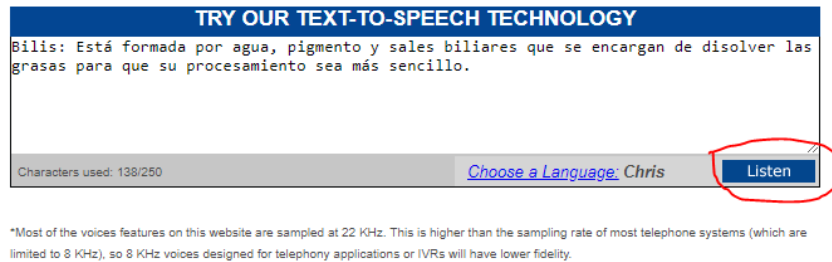


- 4.1. En la página desplácese hacia abajo hasta encontrar la opción **Try Our Text-To-Speech Technology Now** y de clic en **Click Here**

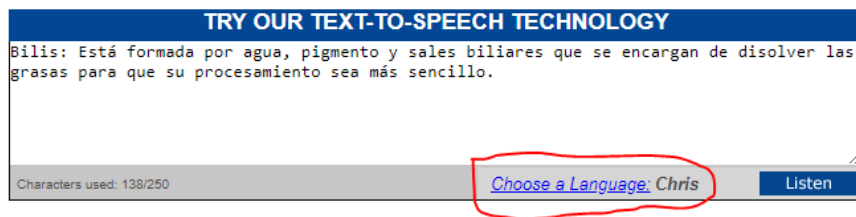


- 4.2. Ahora aparece un área de texto donde puede ingresar la redacción y oprimir en el botón **Listen** para reproducir. Tenga en cuenta que esta versión de prueba solo permite ingresar hasta 250 caracteres.

TTS Demonstration



- 4.3. Si ingresa texto en español es necesario cambiar el lenguaje. Para esto de clic en **Choose a Language**




- 4.4. Para el proyecto de la herramienta se eligió el acento **North American Spanish** con la voz de Lorena

Female 1 (Jackie)	Female 1 (Megan)	European Portuguese	Female 1 (Karolina)
Female 1 (Kim)	Female 2 (Sophie)	Female 1 (Catina)	Male 1 (Jakub)
Female 1 (Lindsey)	Male 1 (Ben)	Male 1 (Adriano)	Male 1 (Jacek)
Female 2 (Rebecca)	Male 1 (Gavin)	Icelandic	Romanian
Male Child 1 (Justin)	British English (Welsh)	Female 1 (Birta)	Female 1 (Irina)
Male 1 (Alvin)	Female 1 (Gwendolyn)	Male 1 (Isak)	Russian
Male 1 (Andrew)	Male 1 (Gavin)	Indian English	Female 1 (Nikita)
Male 1 (Chris)	Canadian French	Female 1 (Rani)	Male 1 (Vasili)
Male 2 (Jason)	Female 1 (Elodie)	Italian	Standard German
Australian English	Castilian Spanish	Female 1 (Emilia)	Female 1 (Heidi)
Female 1 (Molly)	Female 1 (Martina)	Male 1 (Angelo)	Male 1 (Lukas)
Male 1 (Ian)	Male 1 (Antonio)	Latin American Spanish	Swedish
Brazilian Portuguese	Danish	Female 2 (Rita)	Female 1 (Janna)
Female 1 (Giovanna)	Female 1 (Helsa)	North American Spanish	Turkish
Male 1 (Gustavo)	Male 1 (Mikkel)	Female 1 (Lorena)	Female 1 (Sevi)
	Dutch	Male 1 (Luis)	Welsh
	Female 1 (Anneka)	Norwegian	Female 1 (Gwendolyn)
	Male 1 (Henrick)	Female 1 (Mathilde)	Male 1 (Gavin)

5. Para empezar a grabar vaya a Audacity y oprima el botón de color rojo

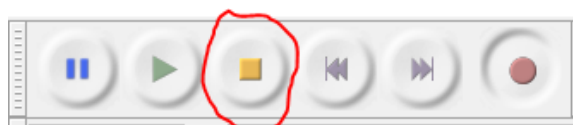


5.1. Seguidamente en la página de LumenVox de clic en **Listen** 

5.2. Digiérase nuevamente a Audacity. Verá cómo mientras se escucha la descripción el programa estará grabando. Esto se evidencia porque el editor muestra las ondas de sonido el color azul.

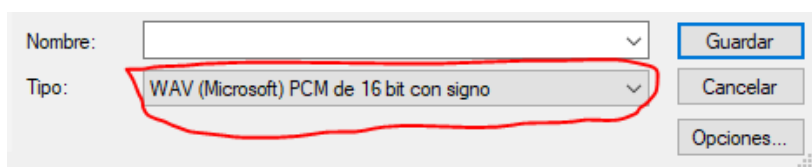


5.3. Inmediatamente termine de reproducirse el audio de la página de LumenVox, de clic en detener.



6. Para guardar el audio como un archivo WAV vaya al menú **Archivo** en la opción **Exportar audio...**

6.1. Dele un nombre al archivo de audio y elija una ruta para guardarlo. Despliegue el menú tipo y elija WAV (Microsoft) PCM de 16 bit con signo. Seguidamente de clic en guardar



- 6.2. Aparecerá una ventana que le permite ingresar meta datos, estos no son obligatorios. Si desea seguir con la exportación de clic en **Aceptar**

Etiqueta	Valor
Artista	
Nombre de pista	
Título del álbum	
Número de pista	
Año	
Género	
Comentarios	

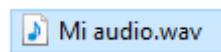
Añadir Eliminar Limpiar

Géneros Plantilla

Editar... Restablecer... Cargar... Guardar... Establecer valores predeterminados

Aceptar Cancelar

- 6.3. Diríjase a la ruta donde exportó el audio. Ahora puede reproducirlo como cualquier audio.



Anexo 2: Preguntas y respuestas modo evaluación

Sistema	#	Pregunta	Respuesta	Audio
Digestivo	P1	¿De qué órgano hace parte el duodeno?	Intestino delgado	P1_IntDelgado.wav
	P2	¿Cuál es el tubo por el cual desciende la comida?	Esófago	P2_Esofago.wav
	P3	¿A dónde van los alimentos después de comerlos?	Estómago	P3_Estomago.wav
	P4	¿Qué órgano produce las heces fecales?	Intestino grueso	P4_IntGrueso.wav
	P5	¿En qué órgano se absorben los nutrientes alimenticios?	Intestino delgado	P5_IntDelgado.wav
	P6	¿Qué órgano elimina las sustancias tóxicas de los alimentos?	Hígado	P6_Higado.wav
	P7	¿Qué órgano vierte las enzimas al duodeno para ayudar a la digestión de nutrientes?	Páncreas	P7_Pancreas.wav
	P8	¿Qué órgano ayuda a disolver las grasas de los alimentos?	Bilis	P8_Vesicula.wav
	P9	¿Qué órgano se encarga de destruir glóbulos rojos en mal estado?	Bazo	P9_Bazo.wav
	P13	¿En dónde se produce el jugo gástrico?	Estómago	P13_Estomago.wav
	P14	¿Cuál es el órgano que	Estómago	P14_Estomago.wav

		convierte el bolo alimenticio en quimo?		
	P15	¿En dónde se almacena la bilis?	Bilis	P15_Vesicula.wav
	P16	¿Por dónde se expulsan los desechos del cuerpo?	Ano	P16_Ano.wav
	P17	¿Cuál es el órgano que absorbe agua, vitaminas y minerales?	Intestino grueso	P17_IntGrueso.wav
	P19	¿A dónde está es esófago?	Esófago	P19_Esofago.wav
	P21	¿Cuál es el hígado?	Hígado	P21_Higado.wav
	P22	¿Dime, donde está el bazo?	Bazo	P21_Higado.wav
	P23	¿Cuál es la bilis?	Bilis	P23_Bilis.wav
	P24	Toca donde está el estomago	Estomago	P24_Estomago.wav
	P25	¿Dónde está el intestino delgado?	Intestino Delgado	P25_IntDelgado.wav
	P26	Ahora toca donde está el páncreas	Páncreas	P26_Pancreas.wav
	P27	¿Cuál es el intestino grueso?	Intestino Grueso	P27_IntGrueso.wav
	P28	¿Cuál es el ano?	Ano	P28_Ano.wav
Respiratorio	P10	¿Cuál es el tubo formado por cartílagos que comunican con los pulmones?	Tráquea	P10_Traquea.wav
	P11	¿Cuál es el órgano mediante el cual la sangre recibe	Pulmones	P11_Pulmones.wav

		oxígeno?		
	P12	¿En dónde están los bronquiolos?	Pulmones	P12_Pulmones.wav
	P18	¿Cuál es la tráquea?	Tráquea	P18_Traquea.wav
	P20	¿Cuáles son los pulmones?	Pulmón	P20_Pulmones.wav

Anexo 3. Manual de usuario

Documento manual de usuario

Anexo 4. Manual del programador

Documento manual del programador

Anexo 5: Guía de conexiones de Arduino

El número de lado izquierdo corresponde al número del touch, y el del lado derecho al pin que va conectado a Arduino.

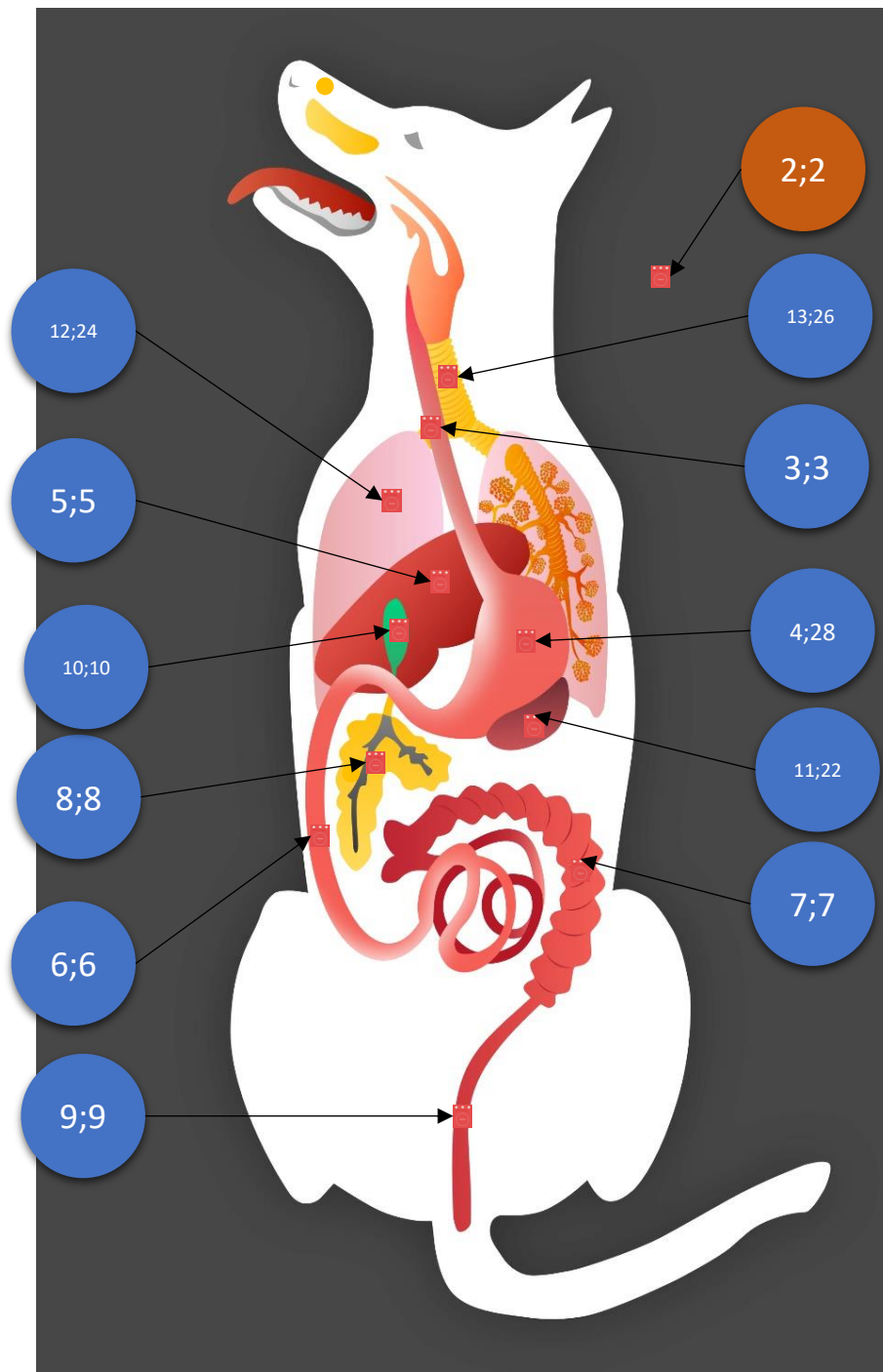


Imagen 39. Posiciones de sensores en Yako y su conexión en los pines Arduino. (autor, 2019)